سرگذشت

انرژی هسته ای

نویسنده: هیزل ریچاردسون
مترجم: رضوانه سیدعلی



سرگذشت انرژی هسته‌ای



نویسنده: هیزل ریچاردسون

تصویرگر: اسکولار آندرسون

مترجم: رضوانه سیدعلی

سرشناسه	:	ریچاردسون، هیزل Richardson, Hazel.
عنوان و نام پدیدآور	:	سرگذشت انرژی هسته‌ای/ نویسنده هیزل ریچاردسون؛ مترجم رضوانه سیدعلی؛ تصویرگر اسکولار آندرسون.
مشخصات نشر	:	تهران: مؤسسه فرهنگی مدرسه برهان (انتشارات مدرسه)، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	:	۹۶ ص.: مصور.
شابک	:	978-964-385-962-6
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	چاپ چهارم: ۱۳۹۰.
یادداشت	:	عنوان اصلی: How to split the atom, 1999.
یادداشت	:	کتاب حاضر اولین بار در سال ۱۳۸۱ توسط محمد سالک با عنوان «بیا اتم را بشکافیم» به فارسی ترجمه و توسط انتشارات لک‌لک منتشر شده است.
عنوان دیگر	:	بیا اتم را بشکافیم.
موضوع	:	اتم -- ادبیات نوجوانان.
موضوع	:	شکاف اتمی -- ادبیات نوجوانان.
موضوع	:	اتم.
موضوع	:	انرژی هسته‌ای.
شناسه افزوده	:	اندرسون، اسکولر Anderson, Scoular. ، تصویرگر.
شناسه افزوده	:	سیدعلی، رضوانه، ۱۳۵۷ - ، مترجم.
رده‌بندی کنگره	:	QC ۱۷۳/۱۶ ر ۹ ب ۹ ۱۳۸۶
رده‌بندی دیویی	:	۵۳۹/۷۶۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۱۰۹۶۵۱۰

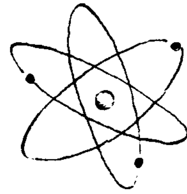


سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
وزارت آموزش و پرورش

سرگذشت انرژی هسته‌ای
نویسنده: هیزل ریچاردسون/ تصویرگر: اسکولار آندرسون
مترجم: رضوانه سیدعلی/ ویراستار علمی: سلیمان فرهادیان
صفحه‌آرا: شیرین شیرافکن
چاپ اول: ۸۶/ چاپ چهارم: ۱۳۹۰
تیراژ چاپ اول تا سوم: ۸۸۰۰/ تیراژ چاپ چهارم: ۳۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی، چاپ و صحافی از: شرکت ایرانچاپ (۲۹۹۹۳۴۴۵)
قیمت: ۲۵۰۰۰ ریال

شابک ۶-۹۶۲-۳۸۵-۹۶۴-۹۷۸
ISBN 978-964-385-962-6

نشانی: تهران، خیابان سپهبد قرنی، پل کریمخان زند، کوچه شهید محمود حقیقت‌طلب، شماره ۸
تلفن: ۹-۸۸۸۰۰۳۲۴ دورنویس (فاکس): ۸۸۹۰۳۸۰۹



فهرست

پیش گفتار ۶

فصل اول ۷

اتم چیست؟

فصل دوم ۱۷

اتم، مولکول، عنصر و ماده ی مرکب

فصل سوم ۲۷

درون اتم

فصل چهارم ۳۹

رادیو اکتیویته

فصل پنجم ۵۱

هسته ی اتم

فصل ششم ۶۷

و سرانجام ...

یک اتم را بشکافید

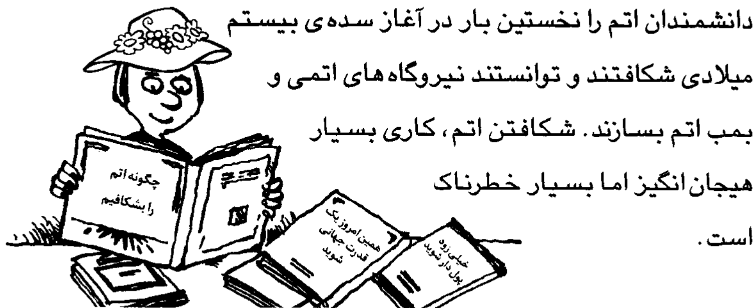
فصل هفتم ۸۷

انرژی هسته‌ای: سود و زیان

چگونه اتم را بشکافیم

اتم ها به اندازه ای کوچک هستند که نمی توانیم آن ها را ببینیم. اما اگر بدانیم که چگونه می توان آن ها را شکافت، نیروی زیادی به دست می آوریم.

دانشمندان اتم را نخستین بار در آغاز سده ی بیستم میلادی شکافتند و توانستند نیروگاه های اتمی و بمب اتم بسازند. شکافتن اتم، کاری بسیار هیجان انگیز اما بسیار خطرناک است.



این کتاب، داستان چگونگی شکافتن اتم است. پس از خواندن این کتاب به دانستنی های زیر دست پیدا می کنید:

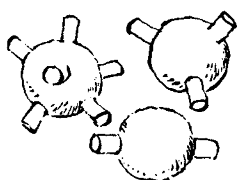


- اتم چیست؟
- چگونه به وجود اتم ها پی ببریم؟
- اتم ها از چه چیزی ساخته شده اند؟
- چگونه می توانیم اتم ها را بشکافیم؟
- هنگامی که اتم شکافته می شود، چه رخ می دهد؟
- از کجا می توان اتم هایی برای شکافتن پیدا کرد؟
- چگونه خودمان را در برابر پرتوهای مرگبار حفظ کنیم؟
- دانشمندان بزرگی که چگونگی شکافتن اتم ها را کشف کردند، چه کسانی بودند؟



اتم چیست؟

با این که اتم ها را نمی توان دید، آن ها نقش مهمی در زندگی ما دارند. همه چیز از اتم ساخته شده است: بدن من و شما، زمین، هوایی که تنفس می کنیم، برگه های این کتاب و حتی فضا. اتم ها را می توان مانند آجرهای بازی (اماگرد) درنظر گرفت که می توان آن ها را به شیوه های گوناگونی کنار هم گذاشت و هر چیزی را با آن ها ساخت.

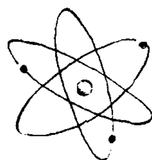


اتم ها تا چه اندازه کوچک هستند؟

اتم ها به اندازه ای کوچک هستند که می توانید یک میلیون از آن ها را روی یک نقطه ی کوچک جای بدهید. کوچک ترین ذره ای که می توانید ببینید، دست کم یک میلیون میلیارد (۱۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰) اتم دارد. اگر اتم های سازنده ی بدن شما به بزرگی یک نخودفرنگی بودند، آن گاه شما به اندازه ای بزرگ می شدید که می توانستید با خورشید فوتبال بازی کنید (البته اگر کفش های ضدآتش پوشیده باشید!)



اما اگر اتم ها به این اندازه کوچک هستند، از کجا می دانیم که وجود دارند؟ مردم هزاران سال این پرسش را داشته اند. برای این که پاسخ آن را بفهمید، باید با فردی به نام «دموکریتوس» آشنا شوید.



در جست‌وجوی اتم

بخش اول: یونان باستان ـ نزدیک ۴۰۰ سال پیش از میلاد

اکنون ما در یونان باستان هستیم. اگر زن یا برده نباشید، این جا برای زندگی جای خوبی است. در این جا به اندازه‌ای برده و خدمتکار وجود دارد که آدم‌های ثروتمند کاری جز خوردن، خوابیدن و سخن گفتن ندارند.



یک دسته از همین افراد که کار زیادی برای انجام دادن ندارند، خودشان را اتمی‌ها (به معنای ذره‌گراها) نامیده‌اند. دموکریتوس رهبر آن‌ها است. آن‌ها امروز می‌خواهند درباره‌ی این که جهان از چه چیزی ساخته شده است، گفت‌وگو کنند.



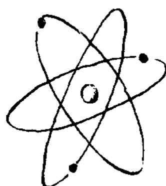




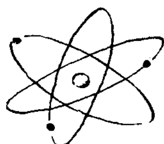
این گونه بود که کوچک ترین ذره ی ماده را اتم نامیدند.

نظر پیشینیان درباره‌ی اتم . . . .

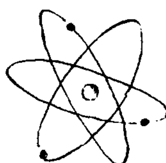
ذره‌گرایان معتقد بودند که همه چیز از اتم ساخته شده است و برای هر چیز هم یک نوع اتم وجود دارد. برای نمونه، اتم هوا، اتم پنیر و حتی اتم های انسان وجود دارد. این نظر تا اندازه‌ای درست و تا اندازه ای نادرست بود. برای مثال، چیزی به نام اتم انسان وجود ندارد. هم چنین، ما نمی توانیم آن گونه که دموکریتوس می گفت، مواد را با چاقو ببریم تا به اتم برسیم. زیرا:



- اتم ها به اندازه‌ای کوچک هستند که نمی توانیم ببینیم چه می کنیم. آن ها به اندازه‌ای کوچک هستند که نمی توانیم ببینیم کجا را برش می دهیم.



- نمی توانیم آن ها را ببینیم، نمی توانیم بفهمیم آیا به اتم رسیده‌ایم یا نه؟



- اتم ها به اندازه‌ای کوچک هستند که هیچ چاقویی نمی تواند پنیر را به اندازه ی یک اتم ببرد. در واقع کوچک ترین ذره ی به دست آمده، دارای میلیون ها اتم است.

چون دموکریتوس نتوانست نظر خود را ثابت کند، بیش تر مردم فکر می کردند که حرف هایش بی پایه است. اما اگر نزدیک دو هزار سال جلو بیاییم، به دو دانشمند بزرگ برمی خوریم که همه چیز را دگرگون کردند. این دو دانشمند، آنتوان لاووازیه و جان دالتون هستند.



در جست‌و جوی اتم

بخش دوم: چند سال پیش از انقلابِ سال ۱۷۸۹ فرانسه

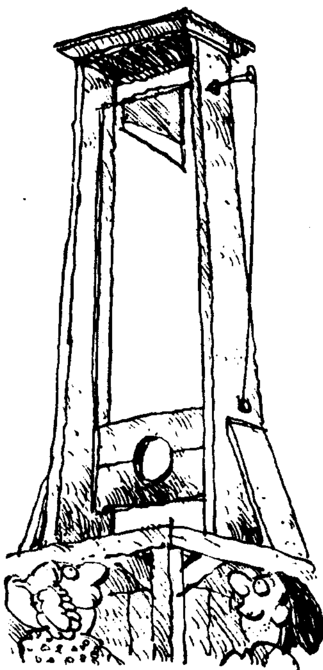
اکنون آنتوان لاووازیه را می بینید که در سال ۱۷۶۷ برای نوآوری های برجسته اش، از جمله گچ شکسته بندی و طرحی نو برای روشنایی خیابان ها، بسیار مشهور شد. چندی نگذشت که ارث زیادی به لاووازیه رسید و تصمیم گرفت مأمور گردآوری مالیات شود. چه اشتباه بزرگی بود! در آن زمان در سراسر فرانسه، مردم از مأموران مالیات بی زار بودند.



پس از آن، لاووازیه ۲۵ سال روی رنگ ها، زنگ زدن آهن و این که «چگونه می توان در سفرهای دراز دریایی با خود آب به همراه برد؟» پژوهش کرد. او در سال ۱۷۷۵ نظر جالبی را بیان کرد.

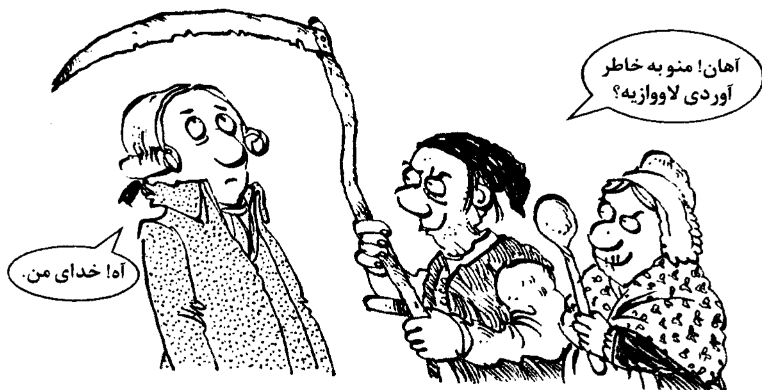


لاووازیه کتاب کوچکی درباره‌ی عنصرها نوشت. او در این کتاب نوشت که شاید عنصرها از چیزهای کوچک‌تری ساخته شده‌اند. آن کتاب می‌توانست کتاب کامل‌تری باشد، ولی انقلاب فرانسه از این کار جلوگیری کرد.



کشاورزان فرانسوی، که به سختی زندگی می‌کردند، گفتند دیگر بس است و شورش کردند و انقلاب فرانسه رخ داد. گیوتین‌ها در سراسر پاریس برپا شد و سرهای بسیاری را بریدند. نخست، سر شاهزادگان و ثروتمندان را بریدند، اما انقلاب کنندگان به زودی به سراغ «دشمن فرانسه» رفتند: یعنی هرکسی که با انقلاب و انقلاب کنندگان مخالف بود یا انتقاد می‌کرد.

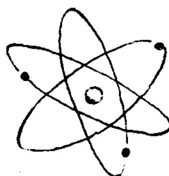
لاووازیه هم در خطر بود، چون هم مأمور مالیات بود و هم این که دشمن سرسختش «ژان پل مارا» عضو دولت انقلاب بود.

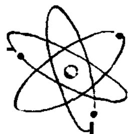


لاووازیه را به دادگاه کشاندند و او را محکوم کردند. جالب آن که به قاضی گفتند، لاووازیه یک مأمور ساده ی مالیات نیست، بلکه یک دانشمند شناخته شده است. اما قاضی گفت: «جمهوری فرانسه به دانشمندان هیچ نیازی ندارد.» به زودی سر لاووازیه را مانند ۳۰ مأمور مالیات دیگر بریدند.

کشف عنصرها

رابرت بویل، یکی از شیمی دان های سده ی هفدهم میلادی، نظر تازه ای درباره ی عنصر پیشنهاد کرد. او معتقد بود که عنصر ماده ای شیمیایی است که فقط از یک نوع اتم ساخته شده است و نمی توان آن را به چیز ساده تری تجزیه کرد. این نظر خوب (و البته درست) بود ولی مشکل این جا بود که کسی به درستی نمی دانست چه چیزی عنصر است و چه چیزی عنصر نیست. دانشمندان می دانستند که طلا، سرب و آهن عنصر هستند، ولی فکر می کردند که مخلوط هایی مانند هوا نیز نوعی عنصر هستند. برخی از آن ها نیز به درستی می پنداشتند که عنصر فقط از یک نوع اتم ساخته شده است، ولی نمی توانستند آن را ثابت کنند. حتی ایزاک نیوتن، که او را برای کشف قانون گرانش می شناسیم، معتقد بود که همه چیز از اتم ساخته شده است. حتی فهمید که اتم ها چگونه به یک دیگر برخورد می کنند و به این سو و آن سو می روند. اما اگر دانشمند بزرگی مانند نیوتن نتوانست ثابت کند که اتم وجود دارد، چگونه شخص دیگری می توانست آن را ثابت کند؟





اتم ها چگونه جابه‌جا می‌شوند؟

گروهی از اتم ها را که به هم پیوند شده اند، مولکول می نامند. با یک آزمایش ساده که فقط به آب و رنگ خوراکی نیاز دارد، می توانید ببینید که این اتم های به هم پیوسته، چگونه جابه جا می شوند.

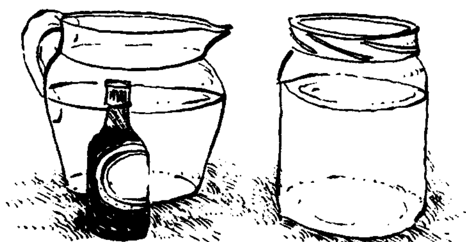
آن‌چه نیاز دارید



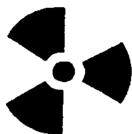
 یک شیشه ی خالی مربا یا لیوان

 آب

 رنگ خوراکی یا هر ماده ی رنگی دیگر



آن‌چه باید انجام دهید



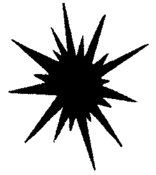
۱ آب را درون لیوان یا شیشه ی خالی بریزید.

۲ چند قطره رنگ به آن بیفزایید.

۳ با دقت به ظرف آب نگاه کنید.

چه رخ می‌دهد؟

مولکول های رنگ، در آب جابه جا می شوند تا این که در همه جای آب پخش شوند. همین طور که این مولکول ها در آب پخش می شوند، آب هم رنگی می شود. این کار تا آن جا ادامه پیدا می کند که همه ی آب رنگی شود. مولکول ها خودشان به همه جا می روند.



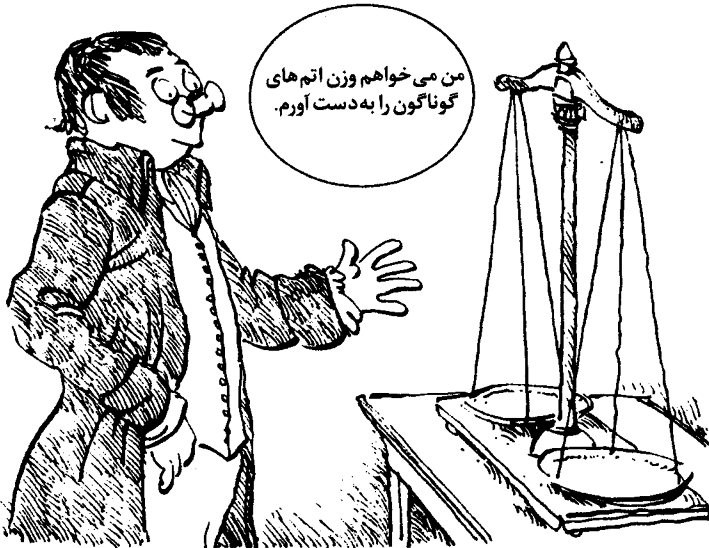
در جست‌وجوی اتم

بخش سوم، انگلستان آغاز سده‌ی نوزدهم میلادی



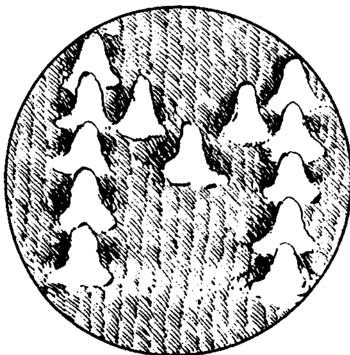
اکنون با «جان دالتون» هستیم. او پسر بسیار باهوشی بود که خودش را ساعت ها با پژوهش های علمی سرگرم می کرد. او حتی درسن دوازده سالگی کار آموزگاری را آغاز کرد.

در سال ۱۸۰۳، دالتون به این نتیجه ی جالب رسید که همه ی عنصرها از اتم هایی درست شده اند که سفت و سخت هستند. البته این همان چیزی بود که دموکریتوس، هزاران سال پیش به آن اشاره کرده بود. ولی دالتون چند گام پیش روی کرد.



(البته، دالتون هرگز نتوانست وزن یک اتم تنها را به دست آورد. و فقط توانست وزنِ شمارِ برابری از اتم های عنصرهای گوناگون را به دست آورد.)
عددهایی که دالتون برای وزن اتمی به دست آورد، بسیار خوب بود. ولی نظر او درباره ی برخی چیزها بسیار نادرست بود. برای نمونه، او معتقد بود که فقط اتم های عنصرهای متفاوت می توانند به یک دیگر بپیوندند. ولی ما امروزه می دانیم که اتم های عنصرهای یکسان هم می توانند با یک دیگر پیوند داشته باشند. در اثر پژوهش هایی که دالتون انجام داده بود، برخی از دانشمندان وجود اتم ها را پذیرفتند. البته هنوز شمار زیادی معتقد بودند که این نظرها پوچ و بی ارزش اند. این وضعیت تا آغاز سده ی بیستم میلادی ادامه یافت. حتی دانشمندی مانند «ارنست ماخ»، که شاید نام او را به خاطر سخنانش درباره ی پرواز فراصوت شنیده باشید، این نظر ها را باور نداشت. او می گفت: «اتم ها را نمی توان دید، آن ها فقط ساخته ی خیال انسان هستند.»

ببینید و باور کنید



امروزه دانشمندان به راستی می توانند اتم ها را ببینند. با یک میکروسکوپ بسیار قوی، می توان اتم ها را به مانند گلوله های ریزی که در ردیف های منظم چیده شده اند، مشاهده کرد. نخستین تصویر از اتم ها، در سال ۱۹۷۰ گرفته شد و این گونه برای همگان روشن شد که آن ها به راستی وجود دارند.

فصل دوم

اتم، مولکول، عنصر و ماده‌ی مرکب

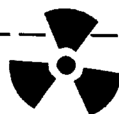
تا این جا فهمیدیم که کوچک ترین بخش از هر ماده، اتم نام دارد و اتم های گوناگون می توانند به یک دیگر متصل شوند و مواد گوناگونی را به وجود آورند. اکنون جای این پرسش است که چند نوع اتم وجود دارد؟

تاکنون ۹۲ اتم طبیعی درجهان کشف شده است. هر کدام از این اتم ها، مانند کربن و نقره، یک نام و یک نماد شیمیایی دارد. (نماد شیمیایی اتم کربن «C» است.) این نمادهای شیمیایی را «جان برزیلیوس» در سده ی نوزدهم میلادی ابداع کرد.





البته دانشمندان توانستند برخی اتم ها را خودشان بسازند. آن ها می خواستند با انجام این کار بفهمند بزرگ ترین اتمی که می توان ساخت چه اندازه ای است. برخی از این اتم ها عمر کمی دارند و یک صدم ثانیه پس از تولید، دوباره نابود می شوند.



دانشمند هسته‌ای باشید

نام گذاری چند اتم

وقتی دانشمندان اتم تازه ای می سازند، یک نام تازه هم به آن می دهند. نام همه ی اتم های جدید به «یُم» پایان می یابد. برای نمونه «پلوتونیم». آیا می توانید با توجه به راهنمایی ها، نام سه اتم زیر را پیشنهاد کنید؟

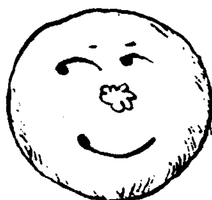
- عدد اتمی آن ۹۶ است و نام آن را از نام دانشمند سرشناسی به نام «ماری کوری»، کاشف «رادیُم» گرفته اند.
- عدد اتمی آن ۹۸ است و نام آن را از نام یک ایالت آفتابی در ساحل غربی امریکا گرفته اند.
- عدد اتمی آن ۹۹ است و نام آن را از نام سرشناس ترین فیزیک دان جهان (کاشف رابطه ی $E = mc^2$) گرفته اند.

آیا می توانید نماد شیمیایی درست را حدس بزنید؟

هیدروژن	H یا Hg	نقره	Ag یا Si
سدیم	S یا Na	کلر	C یا Cl
طلا	Au یا Ge	پتاسیم	P یا K

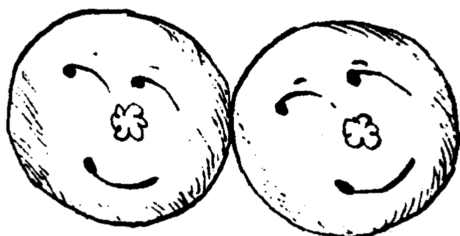
پاسخ: کوریم - کالیفرنیوم - اینشتینیوم.
پاسخ نمادها: H - Na - Au - Ag - Cl - K

اتم‌ها با یک دیگر دوست هستند . . . .

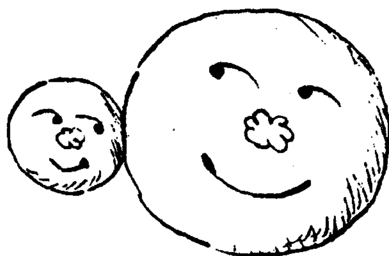


بیش تر اتم ها تنهایی را دوست ندارند و از این رو به اتم های دیگر پیوند می شوند.

گاهی آن ها با اتم هایی مانند خودشان پیوند می شوند.



به ماده‌ای که فقط از یک نوع اتم ساخته شده است، عنصر می گویند.



در مواد دیگر، یک اتم با اتم های دیگر پیوند می سازد و از این راه ماده‌ای به دست می‌آید که آن را ماده ی مرکب می نامند.

به یاد داشته باشید . . . .

عنصرها فقط از یک نوع اتم ساخته شده اند. برای نمونه، طلا و نقره عنصر هستند.

طلا، فقط از اتم های طلا و نقره فقط از اتم های نقره ساخته شده است.



عنصرهای سرشناس

طلا

شناخته شده ترین عنصر است. از همان زمانی که تمدن آغاز شد، این عنصر را برای ساختن جواهر و آذین کردن کاخ ها به کار بردند. این عنصر رنگ زیبایی دارد و هیچ گاه کدر نمی شود و زنگ نمی زند. هم چنین، بسیار کم یاب و گران بهاست. از این رو، بسیاری از مردم دوست دارند آن را به دست آورند. افسانه ای درباره ی طلا وجود دارد. پادشاهی به نام «میداس» آرزو داشت به هر چیزی که دست می زند، طلا شود. یک روز آرزویش برآورده می شود، ولی این آرزوی خامی بود. او می پنداشت با برآورده شدن آرزویش، ثروتمندترین فرد جهان می شود. اما به زودی دریافت که نمی تواند چیزی بخورد یا بیاشامد، چون به هر چیزی که دست می زد، طلا می شد و سرانجام مرد. دخترش یک مجسمه ی طلایی زیبا شد!



اکسیژن



اکسیژن یک عنصر بسیار مهم است. می پرسید تا چه اندازه مهم است؟ خوب، اگر وجود نداشت، شما این جا نبودید. اکسیژن درحالت عادی به صورت گاز است. البته می توان آن را به حالت مایع هم درآورد، فقط باید دمای آن را بسیار پایین آوریم. جانوران و انسان ها با اکسیژن تنفس می کنند تا از غذاها انرژی به دست بیاورند. اگر گیاهان گاز اکسیژن تولید نمی کردند، سال ها پیش اکسیژن به پایان رسیده بود. گیاهان برای ساختن غذا، دی اکسید کربن را از هوا می گیرند. دی اکسیدکربن نوعی گاز است که از پیوند اتم های اکسیژن و کربن درست شده است. گیاهان اتم های کربن را می گیرند و اکسیژن را پس می دهند و ما آن را تنفس می کنیم. (دلیل دیگری برای آسیب نرساندن به جنگل ها)

کلر

این عنصر، بسیار عجیب و بودار است. گازی با رنگ سبز مایل به زرد که در استخرها برای نابود کردن میکروب های آب به کار می رود. بنابراین، کلر بسیار سودمند است، اما چند عیب هم دارد. برای مثال، پس از بیرون آمدن از استخر، بوی بسیار بدی می گیریم.



جیوه

یکی از کهن ترین عنصرهاست. فلزی مایع است. اگر روزی یک دماسنج جیوه ای از دستتان بیفتد و بشکند، قطره های جیوه را خواهید دید که روی زمین غلت می خورند. (مواظب باشید که دماسنج جیوه‌ای را نشکنید، چون جیوه **بسیار** زهرآگین است.)



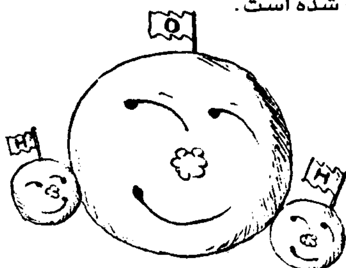
کربن

کربن هم عنصر دیگری است که بدون آن نمی توانیم زندگی کنیم. بدن همه ی جانوران روی زمین برپایه ی کربن است. این به آن معناست که همه ی جانداران روی زمین کربن را به عنوان عنصر اصلی سازنده ی پیکرشان به کار می برند. کربن عنصر بسیار شگفت انگیزی است و به صورت های بسیار گوناگون یافت می شود. گاهی تکه ی سوخته ی روی نان است، گاهی زغال کباب پزی است که به سختی روشن می شود، گاهی گرافیت خاکستری مغزی مداد شماست و گاهی الماسی درخشان، زیبا و گران بها.



مواد مرکب

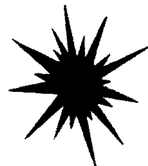
گاهی، اتم‌ها هنگامی که با اتم‌های متفاوتی پیوند می‌شوند، خوشحال‌ترند. آب مهم‌ترین ماده‌ی مرکب روی زمین است که از به هم پیوستن اتم‌های اکسیژن و هیدروژن ساخته شده است.



دو اتم هیدروژن با یک اتم اکسیژن پیوند می‌شوند و یک مولکول آب را می‌سازند.

دانشمندان مولکول آب را به صورت H_2O نشان می‌دهند که H نماد هیدروژن و O نماد اکسیژن است. آیا دریافتید که چرا نمادهای شیمیایی را به کار می‌بریم؟ چون دیگر نیاز نیست بنویسیم «دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن»!





دانشمند هسته‌ای باشید

شکافتن مولکول آب

شکافتن مولکول ها از شکافتن اتم ها خیلی ساده تر است. اگر آجرهای بازی را اتم ها در نظر بگیرید، به این موضوع پی می برید. برای به دست آوردن یک مدل فرضی از مولکول های آب، دو تکه آجر قرمز را به یک آجر آبی بچسبانید و آن را یک مولکول آب درنظر بگیرید. حالا آجرها را از یک دیگر جدا کنید. کار ساده‌ای است! برای جدا کردن آجرها از یک دیگر، به نیروی زیادی نیاز ندارید. اما آیا می توانید همین کار را فقط با یکی از آجرها انجام دهید؟ بی گمان نه، مگر این که یک ابزار خطرناک مانند چاقو را به کار ببرید.



اگر به آب اندکی انرژی بدهیم، می توانیم مولکول های آن را به سادگی به اتم های اکسیژن و هیدروژن بشکنیم. چون اکسیژن و هیدروژن گاز هستند، آن چه را که رخ می دهد، می توانیم ببینیم. برای شکافتن مولکول آب از الکتریسیته کمک می گیریم.

آن‌چه نیاز دارید



 یک لیوان یا شیشه ی دهان گشاد

 اندکی نمک

 یک تکه مقوا که روی دهانه ی لیوان یا شیشه بگذارید.

 دو مداد

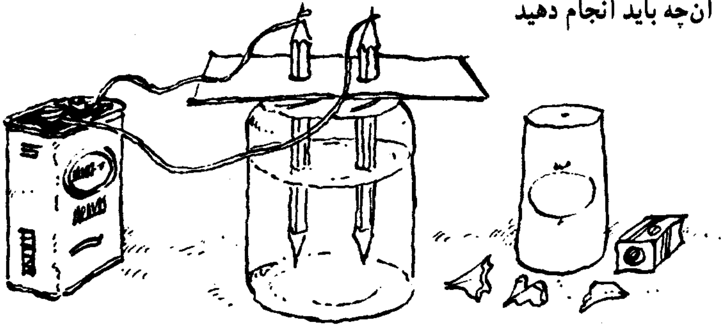
 یک مداد تراش

 یک باتری

 اندکی سیم مسی



آن‌چه باید انجام دهید



۱ لیوان را با آب پر کنید و اندکی نمک به آن بیفزایید.

۲ هر دوسر مدادها را بتراشید.

۳ مانند شکل، مقوا را روی دهانه ی لیوان بگذارید و مدادها را از آن بگذرانید (نوک مدادها درون آب باشد).

۴ مانند شکل، نوک مدادها را با سیم مسی به باتری وصل کنید.

فکر می‌کنید چه رخ می‌دهد؟



شاید فکر می کنید که شیشه می ترکد. نه، نمی ترکد. آن چه رخ می دهد این است که حباب های گاز پیرامون نوک مدادها دیده می شوند: اکسیژن پیرامون یک مداد و هیدروژن پیرامون مداد دیگر. شما توانسته اید با این کار آب را به اتم های اکسیژن و هیدروژن بشکنید.



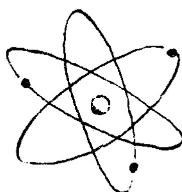
اتم را بشکافیم . . . .

بنابراین، دیدیم که مولکول ها را می توان به اتم های سازنده ی آن ها شکست. ولی آیا اتم ها را هم می توان شکست؟

در آغاز سده ی بیستم میلادی، مردم معتقد بودند که چنین کاری نشدنی است.



اما به زودی دانشمندان پذیرفتند که حتی اتم ها را هم می توان شکافت. امروز، ما می دانیم که اتم ها هم از ذره های کوچک تری ساخته شده اند.

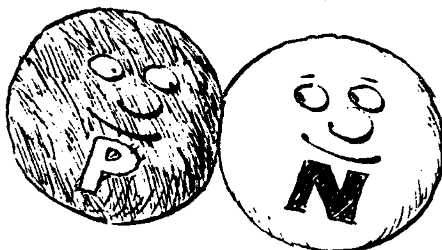


فصل سوم

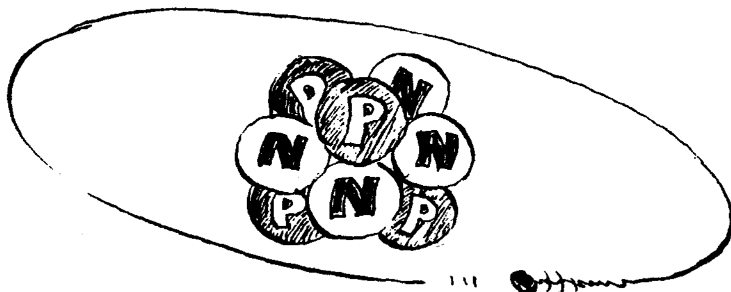
درون اتم

اتم ها از سه چیز بسیار کوچک و شگفت انگیز درست شده اند. پروتون، نوترون و الکترون.

در این جا یک پروتون و یک نوترون داریم. آن ها به مانند توپ های بسیار کوچکی با اندازه ی یکسان هستند. آن ها کنار هم، در میان اتم جای دارند. به این توده از پروتون ونوترون، هسته ی اتم می گویند.



الکترون ها ۱۸۰۰ بار از پروتون ها سبک ترند. آن ها با چنان سرعتی به گرد هسته می چرخند که تنها می توانیم آن ها را به صورت یک لکه ی سیاه نشان دهیم.



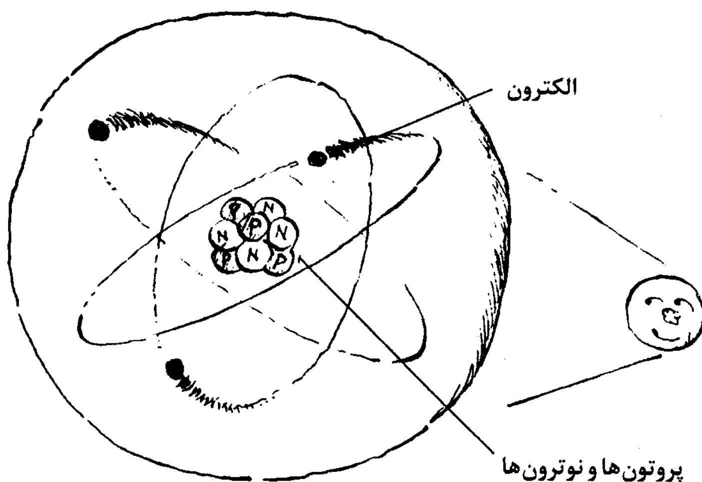
در اتم های مختلف، شمار پروتون ها و نوترون ها متفاوت است. برای مثال، شمار پروتون ها، نوترون ها و الکترون های طلا، از شمار پروتون ها، نوترون ها و الکترون های نقره بیش تر است.

هرچه یک اتم پروتون و نوترون بیش تری داشته باشد، وزنش هم بیش تر می شود. هیدروژن، سبک ترین اتم است که فقط یک پروتون و یک نوترون دارد.



اتم ها چه شکلی دارند؟

اگر نگاه دقیق تری به یک اتم داشته باشیم، جای الکترون ها، پروتون ها و نوترون ها را بهتر می بینیم.

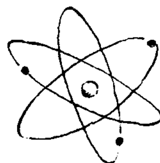


هسته، که در میان اتم است، ذره های دیگر اتم را در کنار هم نگه می دارد. الکترون ها در مسیری نادیدنی به دور هسته می چرخند که مدار نام دارد. اگر اتم ها به اندازه ای بزرگ بودند که می توانستیم آن ها را ببینیم، چرخش تند الکترون ها به دور هسته، باعث می شد که آن ها را به صورت یک توپ پرزدار ببینیم.

نخستین برداشت

نخستین دانشمندی که به فکر یافتن شکل اتم افتاد «نیلز بور» بود. نیلز دانشمند دانمارکی بود و طرحی را که او برای اتم پیشنهاد کرد، در شکل زیر می بینید. به همین دلیل هم بور، جایزه ی نوبل سال ۱۹۲۲ را دریافت کرد.

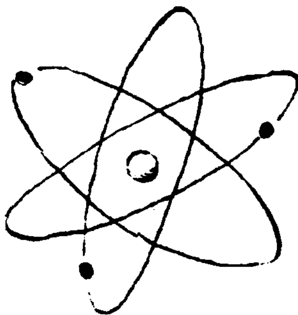




دانشمند هسته‌ای باشید

یک فرفره‌ی الکترونی بسازید

با ساختن فرفره‌ی الکترونی، می‌توانید ببینید که یک الکترون با چه سرعتی به دور هسته‌ی اتم می‌چرخد.

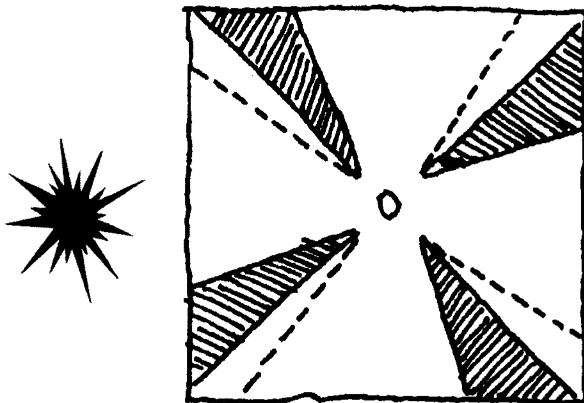


آن‌چه نیاز دارید

- یک تکه مقوا
- قیچی
- یک نی پلاستیکی
- مقداری خمیر بازی
- مداد

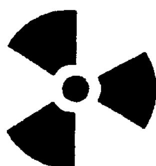
آن‌چه باید انجام دهید

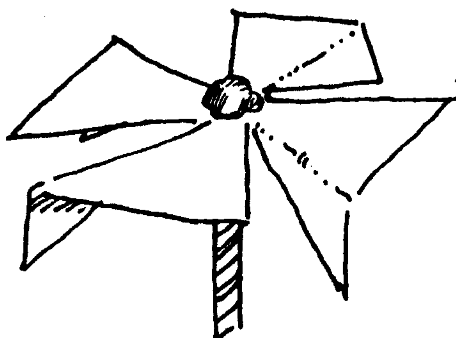
۱ تصویر زیر را با مداد روی مقوا بکشید. (اگر کاغذ شطرنجی در دسترس دارید، کار شما ساده‌تر می‌شود.)



۲ در راستای خط‌های پیوسته ببرید.

۳ کاغذ را در راستای خط‌چین‌ها تا کنید.





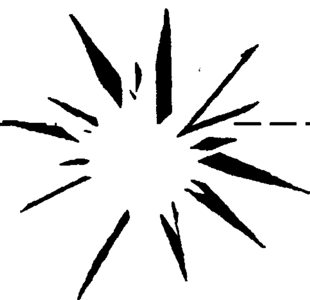
۴ اکنون با قیچی، سوراخی در مرکز کاغذ ایجاد کنید.

۵ نی را از سوراخ بگذرانید و اندکی خمیربازی روی آن بچسبانید تا در جای خود بماند.

۶ اکنون نی را بچرخانید.

چه رخ می‌دهد؟

هنگامی که فرفره را به آرامی می چرخانید، می توانید پره های فرفره را جدا از هم ببینید. اگر سرعت فرفره را بیش تر کنید، پره های فرفره به هم پیوسته به نظر می رسند و اگر فرفره را با سرعت بسیار زیاد بچرخانید، فرفره از نی جدا می شود، در اتاق به پرواز درمی آید و به مانند دایره ای یک دست به نظر می رسد. (مواظب باشید هنگام انجام این آزمایش، کسی وارد اتاق نشود.)

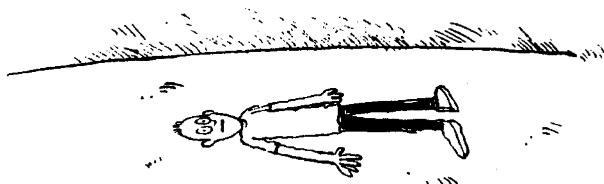


چه چیز الکترون‌ها را در گردش به دور هسته‌ی اتم نگه می‌دارد؟

پرسش دشواری است. منظومه‌ی شمسی را درنظر بگیرید. سیاره‌ها به دلیل یک نیروی نادیدنی به نام نیروی گرانش در مسیری دایره‌وار به دور خورشید می‌چرخند. نیروی گرانش، سیاره‌ها را به سوی خورشید می‌کشد. کره‌ی زمین هم دارای چنین نیرویی است و به خاطر همین نیروی گرانش است که ما می‌توانیم روی کره‌ی زمین بمانیم. بدون گرانش، همه‌ی ما در فضا سرگردان بودیم.



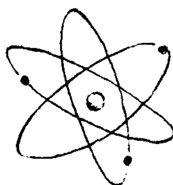
اگر نیروی گرانش زمین بسیار زیاد بود، شما را به شدت به سوی خود می‌کشید و حتی می‌توانست باعث له شدن شما شود!

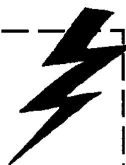


اتم هم تا اندازه‌ای به همین صورت است، با این تفاوت که در اتم از نیروی گرانش خبری نیست. نیرویی که الکترون‌ها را در مداری به دور هسته نگه می‌دارد، نیروی دیگری به نام الکترومغناطیس است.

پیچیده است؟ نگران نباشید، خیلی هم ساده است.

با آزمایش ساده‌ای که با آهن‌ربا انجام می‌دهید، به آسانی درمی‌یابید که چگونه کار می‌کند.





دانشمند هسته‌ای باشید

نیرو را احساس کنید!

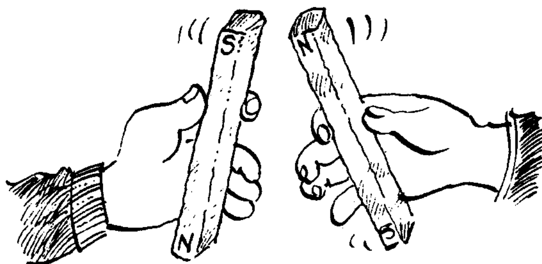
آن‌چه نیاز دارید

 دو عدد آهن‌ربای میله‌ای

آن‌چه باید انجام دهید

۱ دوسر آهن‌ربا، دو قطب متفاوت دارد. یک سر آن قطب مثبت و سر دیگر آن قطب منفی است.

۲ قطب مثبت آهن‌ربا را به قطب منفی آهن‌ربای دیگر نزدیک کنید.



چه رخ می‌دهد؟

آهن‌رباها به سوی یک دیگر کشیده می‌شوند، زیرا دو قطب مخالف آهن‌ربا، هم دیگر را جذب می‌کنند.



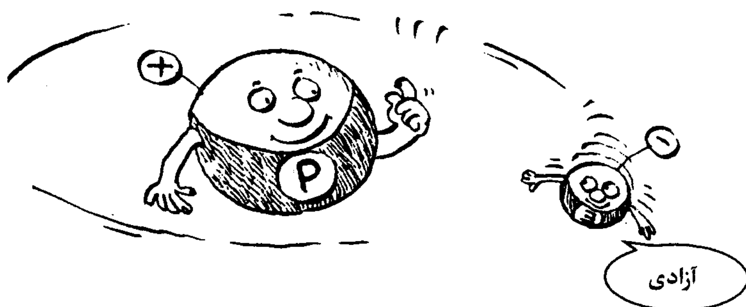
پروتون‌های نیرومند . . . .

توده‌ی نوترون‌ها و پروتون‌ها را در هسته‌ی اتم به یاد دارید؟ خوب، اکنون اجازه دهید نوترون‌ها را فراموش کنیم و فقط به بررسی پروتون‌ها بپردازیم.

پروتون ها بار الکتریکی مثبت دارند. البته این نیرو، با نیروی آهن رباهایی که در آزمایش پیشین مشاهده کردید، یکسان نیست ولی تا اندازه ای مانند آن است. الکترون ها بار الکتریکی منفی دارند. بنابراین، همان گونه که دو قطب مخالف آهن ربا هم دیگر را جذب می کنند، الکترون ها نیز به سمت پروتون ها جذب می شوند.

آیا می توان الکترون ها را از اتم جدا کرد؟ . . . .

نیرویی که الکترون ها را در مدارشان نگه می دارد، بسیار قوی نیست. بنابراین، الکترون ها را می توان از اتم جدا کرد. البته برای چنین کاری، به انرژی کافی نیاز داریم. این به مانند رساندن انرژی به یک موشک برای جدا شدن از زمین و پرتاب به فضاست.



وقتی الکترون از اتم خود جدا می شود، می تواند به اتم دیگری بپیوندد. چنین فرایندی باعث می شود که اتم جدید بار الکتریکی منفی پیدا کند.

شرط می بندم که دلیل نام گذاری الکتریسیته را نمی دانید. آیا این احتمال را می دهید که این نام ارتباطی با الکترون ها داشته باشد؟ بله، این چنین است! در واقع نیروی الکتریسیته، مقدار زیادی الکترون است که از جایی به جای دیگر می روند. اکنون با چگونگی کشف الکترون ها آشنا می شوید ...



یک کشف هیجان‌انگیز

هزاران سال بود که مردم با الکتریسیته آشنا بودند ولی نمی دانستند چه چیزی آن را به وجود می‌آورد. تا این که در سال ۱۸۹۵ دانشمندی به نام «تامسون»، درباره ی چگونگی این فرایند چیزهای جالبی کشف کرد.

تامسون یک مرد دست و پاچلفتی بود که دستیارانش همیشه مراقب بودند که او به چیزی دست نزند، زیرا او همیشه وسایلش را می شکست.



او کشف کرده بود که الکتریسیته، جریانی از ذره های کوچک است که از جایی به جای دیگر می روند. او این ذره های کوچک را الکترون نامید. تامسون هم چنین کشف کرد که الکترون ها از کوچک ترین اتم کشف شده یعنی هیدروژن دو هزار بار کوچک ترند. البته این مسأله، معمایی جدید برای دانشمندان شده بود. اگر چیزی کوچک تر از اتم وجود دارد، آیا اتم ها از ذره های کوچک تری ساخته شده اند؟



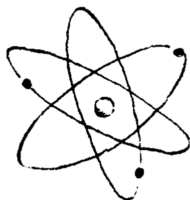
دانشمند هسته‌ای باشید

الکترون‌ها را به حرکت درآورید

می توانید با جابه جا کردن الکترون ها از ماده ای به ماده ی دیگر، به سادگی نوعی الکتریسیته به نام الکتریسیته ی ساکن تولید کنید.



آن‌چه نیاز دارید



- دستمال کاغذی
- یک بادکنک
- یک دستمال پشمی

آن‌چه باید انجام دهید

۱ دستمال کاغذی را تکّه تکّه کنید.

۲ بادکنک را باد کنید و سر آن را گره بزنید.

۳ بادکنک را به خرده های دستمال کاغذی نزدیک کنید.

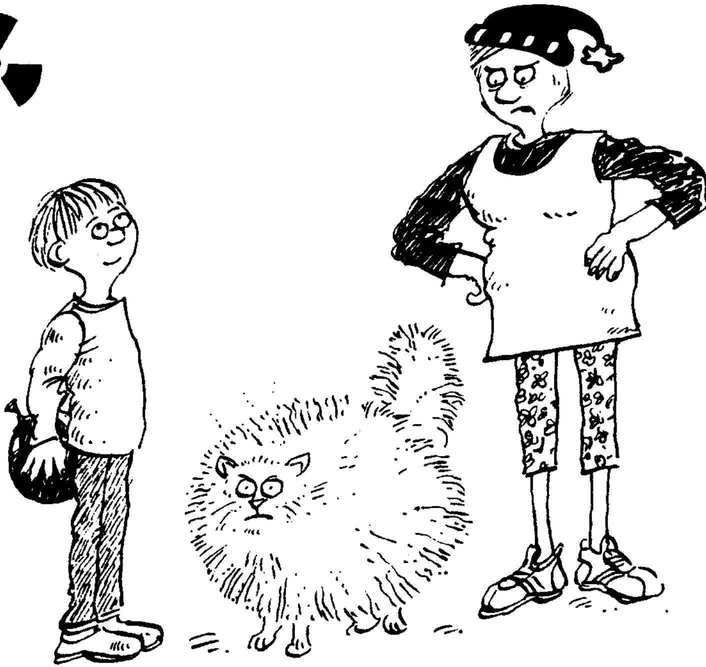
۴ اکنون دستمال پشمی را به بادکنک بمالید. (این کار را با فشار نکنید، زیرا بادکنک می ترکد.)

۵ دوباره بادکنک را به تکّه های دستمال کاغذی نزدیک کنید.

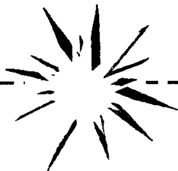
چه رخ می‌دهد؟

هنگامی که دستمال پشمی را به بادکنک مالش دادید، بادکنک مقداری الکترون از دستمال پشمی می‌گیرد و به همین دلیل بار الکتریکی منفی پیدا می‌کند و این بارالکتریکی منفی، باعث چسبیدن تکّه های دستمال کاغذی به بادکنک می‌شود.





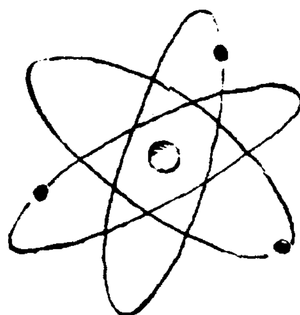
از مالش هر چیز نرم و کرکی با یک چیز سفت، چنین چیزی به وجود می‌آید.



یک تردستی برای شکافتن اتم . . . .

تا این جا یاد گرفتیم که چگونه می توان الکترون را از اتم جدا کرد. آیا این به معنای شکافتن اتم است؟

متأسفانه خیر. در این صورت، شکافت اتم کار بسیار ساده ای بود. الکترون ها به اندازه ای کوچک اند که فقط بخش بسیار کوچکی از اتم را می سازند. برای شکافتن اتم، باید هسته ی آن را بشکافیم.



رادیواکتیویته

الکترون ها به اندازه ای کوچک و سبک اند که بیش تر جرم اتم به هسته ی آن مربوط می شود.

برای این که یک اتم را بشکافیم، باید بتوانیم هسته ی آن را بشکافیم. در چنین حالتی، هر تکه از هسته اندکی از الکترون ها را به خود می گیرد و دو اتم بسیار متفاوت به وجود می آید.



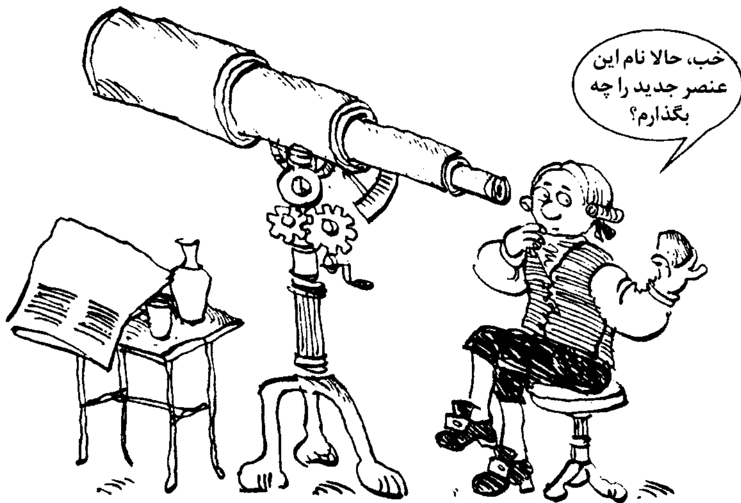
آن چه که ما را از وجود هسته ی اتم آگاه می کند، چیز عجیب و خطرناکی به نام رادیواکتیویته است. اجازه دهید تا دوباره به گذشته بازگردیم.



در جست‌وجوی رادیواکتیویته

بخش اول ، آلمان، ۱۷۸۹

این دانشمند، «مارتین کلابراس» نام دارد. او خیلی خوشحال به نظر می رسد، چون همین چند دقیقه پیش، یک عنصر جدید کشف کرده است. در همین زمان یک سیاره ی جدید هم در منظومه ی شمسی کشف شده که اسم آن را اورانوس گذاشته اند.

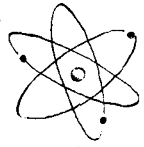


فکر می کنید که مارتین عنصر جدیدش را چه نامید؟

- الف) کلاپراسیم
- ب) مارتینیم
- ج) اورانیم

جواب: ج

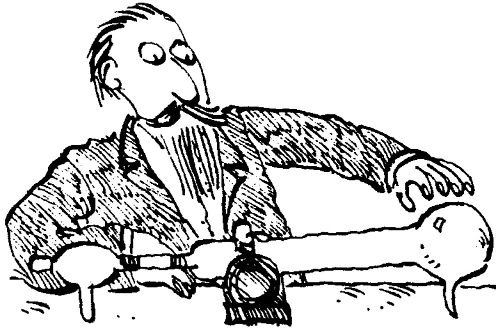
اکنون بگذارید اندکی جلوتر برویم و نظاره گر کشف جالب یک پرتو جدید باشیم.



در جست‌وجوی رادیواکتیویته

بخش دوم، آلمان، ۱۸۹۵

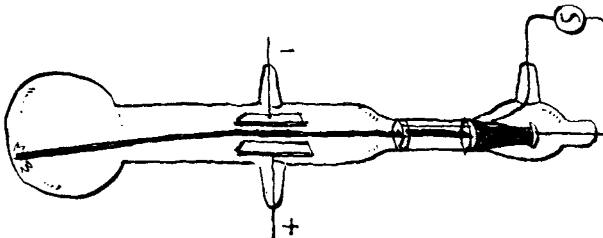
در این جا «ویلهلم رُنتگن» را می بینید که یک لامپ پرتو کاتدی در دست دارد.



لامپ پرتو کاتدی گونه ای از تفنگ پرتویی پیچیده است. این لامپ از شیشه ساخته می شود و درون آن نوعی تفنگ است که پرتوهایی از الکترون شلیک می کند. اما در آن زمان، کسی از این پرتوها اطلاع زیادی نداشت. برخی از دانشمندان می پنداشتند که این پرتوها از اتم یا ملکول ساخته شده اند.

انتهای لامپ پرتو کاتدی، با رنگ شب نما پوشیده می شود (مانند همان رنگی که در برخی از ساعت ها، برای نمایان کردن عددها در تاریکی به کار رفته است.) و پرتو الکترونی، لکه ای از نور را روی رنگ شب نما به وجود می آورد. با خم شدن این پرتوها به بالا و پایین و چپ و راست تصویر به وجود می آید.

(تصویرهای صفحه ی تلویزیون نیز به همین شیوه به وجود می آیند.)



هم چنان که ویلهلم با تفنگ کاتدی شلیک می کند، متوجه تصویری می شود که در ته اتاق تشکیل شده است. او با خود می گوید: «من یک پرتو جدید را کشف کردم، ولی چیزی درباره ی آن نمی دانم. چه طور است که نام این پرتو جدید را پرتو ایکس (پرتو ناشناخته) بگذارم!»

ویلهلم کشف کرد که پرتو ایکس می تواند به سادگی از چیزهای کم جرم بگذرد، ولی نمی تواند از چیزهایی با جرم زیاد بگذرد. او تصمیم می گیرد با پرتو ایکس عکسی از دست همسرش تهیه کند.



وقتی ویلهلم عکس را ظاهر کرد، چیز جالبی رخ داده بود. در عکسی که با پرتو ایکس گرفته شده بود، همه ی استخوان های دست و حتی حلقه ی ازدواجشان مشخص بود.

حلقه ی گم شده

کشف پرتو ایکس برای دانشمندان بسیار جالب بود. حالا آن ها می خواستند بفهمند که آیا بدون لوله ی پرتو کاتدی هم می توان پرتو ایکس به وجود آورد یا نه؟

حالا اندکی پیش تر می رویم تا ببینیم که چگونه بررسی پرتو ایکس، باعث کشف های جدیدی درباره ی اورانیم شد.

در جست‌وجوی رادیواکتیویته

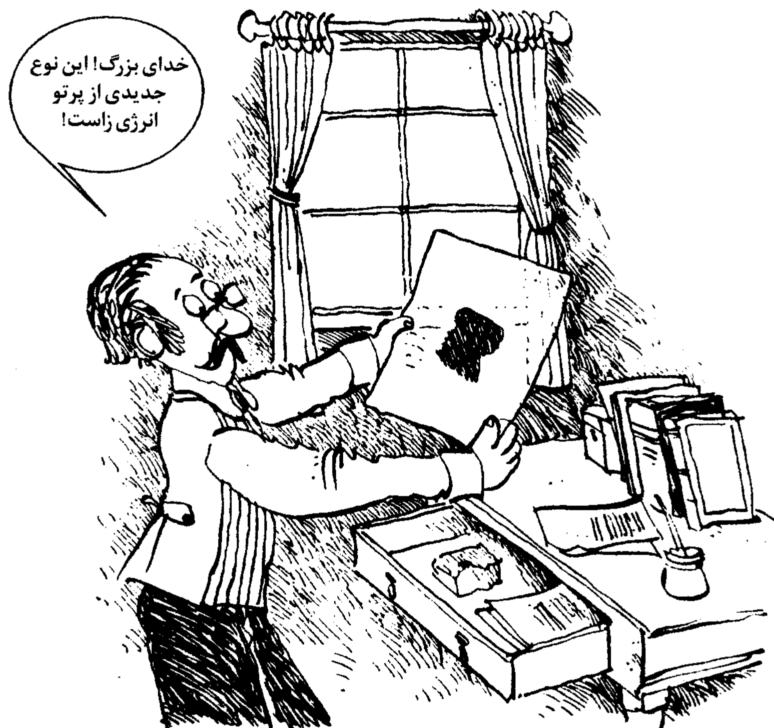
بخش سوم، پاریس، ۱۸۹۶

در این جا «آنتوان بکرل»، یک دانشمند فرانسوی را می بینید که به پرتو ایکس خیلی علاقه مند است. او می خواست ببیند آیا پرتو ایکس را می توان با چیزهای دیگری غیر از لوله ی پرتوی کاتدی تولید کرد یا نه. برای همین، در یک روز آفتابی، او سنگ های گوناگون و مواد دیگر را بر روی فیلم عکاسی می گذارد. همان طور که می دانید، نور باعث سیاه شدن فیلم عکاسی می شود، ولی اگر چیزی از رسیدن نور به فیلم عکاسی جلوگیری کند، فیلم تغییری نمی کند.



امروز هوا اندکی بارانی است. در حقیقت دو هفته است که باران می بارد. (هوای این جا بیش تر مانند هوای انگلستان است تا هوای فرانسه!) بکرل زودتر می خواهد ببیند که با گذاشتن اورانیم روی فیلم عکاسی، چه رخ می دهد. ولی با این آب و هوا این کار شدنی نیست. پس تکه اورانیم را اتفاقی روی فیلم عکاسی، درون کشوی میزش می گذارد.

امروز با وجود این که فیلم عکاسی را زیر نور خورشید نگذاشته است، تصمیم می گیرد که فیلم را ظاهر کند. تصور کنید که او با فهمیدن این که اورانیم روی فیلم عکاسی اثر گذاشته، چه قدر شگفت زده شده است!



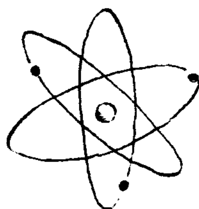
دانشمند هسته‌ای باشید

چگونه اورانیم باعث می‌شود که فیلم عکاسی سیاه شود؟

روی فیلم عکاسی، پوشش بسیار نازکی از نقره وجود دارد. این پوشش، هنگامی که نور، پرتو ایکس یا هر پرتو دیگری به آن برخورد کند تیره می‌شود.

در این آزمایش، می‌توانید با انرژی نور دریابید که فیلم بکرل به چه شکلی درآمده بود.

آن چه نیاز دارید



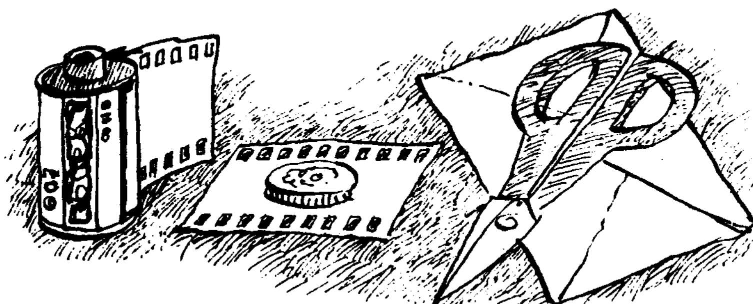
 یک اتاق تاریک

 یک سکه یا هر چیز گرد کوچک

 یک حلقه فیلم تازه

 قیچی

 اجازه‌ی بزرگ‌ترها برای بریدن فیلم عکاسی



آن چه باید انجام دهید

۱ فیلم تازه را به اتاق تاریکی ببرید. باید خیلی دقت کنید که هیچ نوری به فیلم نتابد.

۲ تکه ی کوچکی از فیلم را با قیچی ببرید.

۳ سکه را روی تکه فیلم بگذارید و آن ها را در جایی بگذارید تا کسی به آن دست نزند.

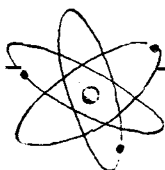
۴ حالا چراغ را روشن کنید و یک دقیقه فیلم را به همان حالت بگذارید.

۵ دوباره چراغ را خاموش کنید و تکه ی فیلم عکاسی را در یک پاکت ضد نور بگذارید. (پاکت مقوایی ضخیم مناسب است.)

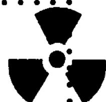
۶ اکنون فیلم را برای ظاهر کردن به عکاسی بفرستید یا از دوستان یا آموزگارتان که می تواند این کار را برایتان انجام بدهد، کمک بگیرید.

چه رخ می‌دهد؟

هنگامی که عکس ظاهر شد، دایره ای را می بینید که سکه به وجود آورده است. چون سکه از رسیدن نور به فیلم عکاسی جلوگیری کرده است، فیلم نگاتیو شما، درست مانند عکسی است که بکرل از گذاشتن اورانیم روی فیلم عکاسی به دست آورد.



اکنون دو سال دیگر جلو می رویم، یعنی زمانی که درباره ی این پرتوها چیزهای جدیدی کشف شد.



در جست‌وجوی رادیواکتیویته

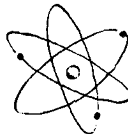
بخش چهارم، پاریس، ۱۸۹۸

ما هنوز در فرانسه هستیم. در این جا ماری کوری را می بینید. او یک دانشمند بسیار سرشناس است. او و همسرش پیرکوری، روی پرتوهای اورانیم پژوهش می کنند.



ماری کوری و پیرکوری، این پرتوها را پرتوهای رادیواکتیو نامیدند.
چندی نگذشت که ماری کوری کشف جالبی کرد. . .



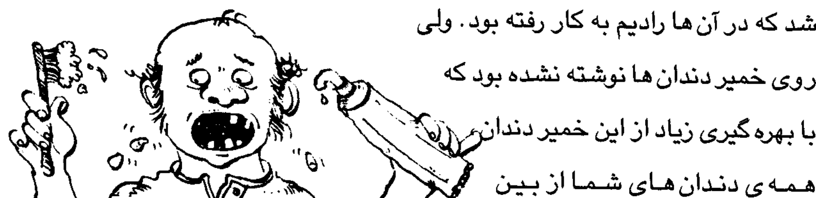


اورانیم اغلب به صورت مخلوط در سنگ ها یافت می شود. ماری کوری اورانیم را از یک تکه سنگ به نام پیچبلند بدست آورد. ولی او متوجه چیز دیگری در این سنگ شد که پرتوهای آن حتی قوی تر از پرتوهای اورانیم بودند. ماری کوری و پیر کوری پس از سال ها پژوهش توانستند عنصر رادیواکتیو دیگری از این سنگ استخراج کنند.



خطرهای رادیو اکتیو

کشف مواد رادیو اکتیو هم مانند کشف پرتو ایکس، باعث شگفتی دانشمندان شد. رادیم در تاریکی پرتوی زیبایی به رنگ آبی کم رنگ از خود آزاد می کند. از این رو، از رادیم در ساختن ساعت های شب نما بهره می گرفتند و به عنوان آرام بخش به آب حمام می افزودند. حتی برای درخشان کردن دندان ها، خمیر دندان هایی ساخته شد که در آن ها رادیم به کار رفته بود. ولی روی خمیر دندان ها نوشته نشده بود که با بهره گیری زیاد از این خمیر دندان همه ی دندان های شما از بین خواهند رفت!



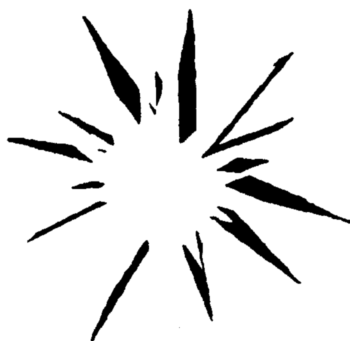
امروزه می دانیم که پرتوهای رادیواکتیو، بسیار خطرناک اند و می توانند باعث مرگ انسان ها بشوند. ماری کوری سال ها روی این مواد رادیواکتیو پژوهش کرد و به خاطر اثری که این پرتوها بر وی گذاشتند، جان خود را از دست داد. البته تا پیش از مرگ او، کسی نمی دانست که این پرتوها تا چه اندازه‌ای می توانند خطرناک و کشنده باشند.

اما کشف مواد و پرتوهای رادیو اکتیو چگونه به کشف هسته ی اتم ها کمک کرد؟

خوب، ماری کوری معتقد بود که پرتوهای رادیواکتیو از اتم های رادیم و اورانیم پراکنده می شوند. این نظریه، جار و جنجال زیادی در بین دانشمندان به وجود آورد. پرسش این جا بود که اتم چگونه می تواند چنین انرژی فراوانی تولید کند.



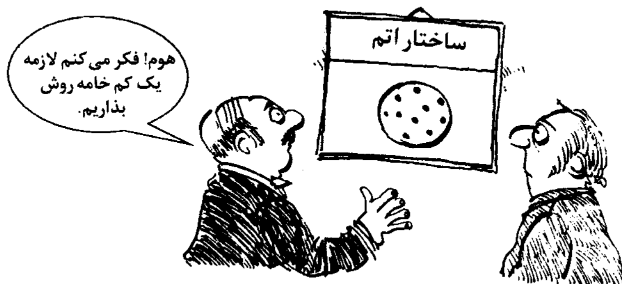
مشکل این جا بود که اگر اتم ها می توانستند به بخش های کوچک تری تبدیل شوند، دانشمندان باید همه ی نظریه هایشان را درباره ی اتم ها تغییر دهند. تصور کنید که بعضی از آن ها به تازگی پذیرفته بودند که اتم کوچک ترین بخش ماده است. حالا دوباره از آن ها خواسته شده بود تا عقیده شان را عوض کنند! به همین دلیل هم آن ها نمی خواستند نظریه ی ماری کوری را بپذیرند. اما چندی نگذشت که همه نظر او را درست دانستند!



فصل پنجم

هسته‌ی اتم

هنگامی که الکترون ها کشف شدند، اتم ها را به صورت کیک کشمشی تصور می کردند که الکترون ها همانند کشمش در سرتاسر آن پخش شده اند.



اما با از راه رسیدن دانشمندی به نام «ارنست رادرفورد»، برداشت ما از اتم دگرگون شد.

ارنست رادرفورد، یک کشاورز بود که در مزرعه اش در نیوزلند کار می کرد. او در سال ۱۸۹۵ برای ادامه ی تحصیل به انگلستان رفت و با جوزف تامسون، همان دانشمندی که دو سال پیش الکترون ها را کشف کرد، پژوهش های خود را آغاز کرد. سپس تصمیم گرفت که پژوهش هایش را روی مواد رادیواکتیو انجام دهد.



رادرفورد توانست از پرتوهایی که از اورانیم آزاد می شوند، دو پرتو رادیواکتیو جدید کشف کند. او این پرتوهای جدید را آلفا و بتا نام گذاری کرد. پرتوی آلفا، خیلی هم قوی نیست و فقط می تواند از چیزهایی مانند یک صفحه ی کاغذ بگذرد. پرتوهای بتا از آلفا اندکی قوی تر هستند و می توانند از یک ورقه ی نازک فلزی هم بگذرند. رادرفورد این را هم کشف کرد که این پرتوها نیز همانند پرتو الکترونی، از ذره های بسیار کوچکی تشکیل شده اند.



در جست‌وجوی رادیواکتیویته

بخش پنجم، امریکا، ۱۸۹۸

اکنون رادرفورد با دانشمند دیگری به نام «فردریک سادی» آشنا شده است و هر دو می خواهند روی رادیم پژوهش کنند. رادیم ماده ی بسیار گران بهایی است، ولی یک منبع رادیم در اختیار رادرفورد گذاشتند تا او بتواند به راحتی به پژوهش هایش ادامه دهد. به زودی این دو دانشمند چیزهای جالبی درباره ی عنصرهای رادیواکتیویته کشف کردند. آن ها دریافتند که اگر یک عنصر رادیواکتیو را در جایی بگذاریم، آن عنصر هم چنان از خود پرتوهای رادیواکتیو آزاد می کند و پس از مدتی به عنصر جدیدی تبدیل می شود.



کشف جدید رادرفورد را بر آن داشت تا فکر کند که پرتوهای رادیو اکتیو بخش هایی از اتم هستند. هر چه پرتوهای بیش تری آزاد می شود، اتم هم کوچک تر می شود تا جایی که به نوع دیگری از اتم تبدیل خواهد شد. آیا می توانید واکنش دانشمندان دیگر را در مورد نظریه ی رادرفورد پیش بینی کنید؟

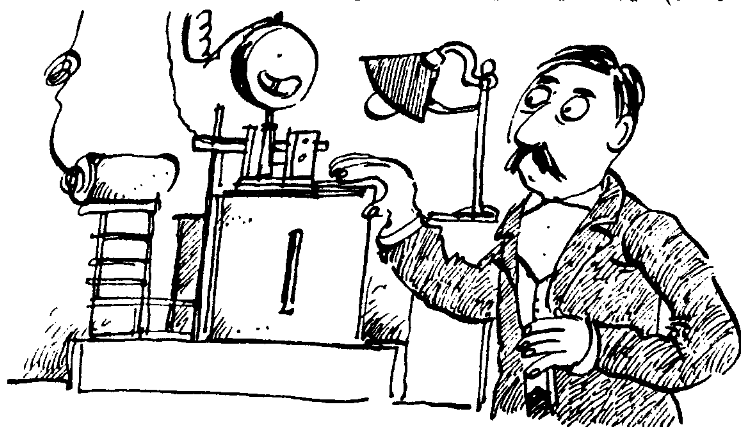


دانشمندان دیگر بسیار شگفت زده بودند. از نظر آن ها، چنین چیزی امکان نداشت!



رادرفورد در سال ۱۹۰۷ ، در حالی که هنوز از رفتار دانشمندان دیگر آزرده خاطر بود، به منچستر رفت و در آن جا یکی از بزرگ ترین آزمایش های تاریخ را انجام داد.

او دسته ای از پرتوهای آلفا را روی ورقه ی نازکی از طلا تاباند. (این ورقه ی طلا مانند صفحه ی آلومینیمی بود که ما غذایمان را در آن می پیچیم، البته از آن هم نازک تر) نتیجه ی این آزمایش باورنکردنی بود.



بیش تر پرتوهای آلفا جذب ورقه ی نازک طلا شدند. البته رادرفورد انتظار چنین نتیجه ای را داشت، ولی آن چه که انتظارش را نداشت این بود که بخشی از پرتوها پس از برخورد به ورقه ی نازک طلا، بازتاب یافتند.

رادرفورد پس از یک سال کار توانست، دلیل آن را کشف کند. می توانید این آزمایش را این گونه تصور کنید که یک دزد، پس از دستبرد زدن به بانک در حال فرار از دست پلیس است. پلیس ها در جاده می ایستند تا او را دستگیر کنند. ولی فاصله ی هر پلیس تا پلیس دیگر زیاد است. در چنین شرایطی، ممکن است دزد بانک بتواند از فاصله ای که بین پلیس ها وجود دارد، بگذرد، ولی اگر بداند که به یکی از پلیس ها برخورد می کند و دستگیر می شود می ایستد و برمی گردد.

این همان چیزی است که برای پرتوی آلفا رخ می دهد. رادرفورد کشف کرد که در اتم ها فاصله وجود دارد. بیش تر پرتوهای آلفا، می توانند از بین آن فاصله ها بگذرند، ولی پرتوهایی که به هسته ی اتم برخورد می کنند باز می گردند.

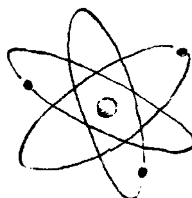
یعنی که:

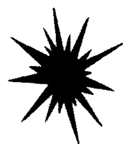
- اتم دارای یک هسته ی کوچک است که مدار بسیار بزرگی از الکترون آن را فراگرفته است.

- بار الکتریکی هسته ی اتم با بارالکتریکی پرتوهای آلفا یکی است.
می دانید که قطب های هم نام آهنربا، یک دیگر را می رانند. در بارهای الکتریکی نیز این گونه است.

رادرفورد به دلیل این کشف بزرگ، جایزه ی نوبل دریافت کرد. او هم چنین کشف کرد که پرتوی آلفا از دو نوترون و دو پروتون و پرتو بتا از الکترون هایی با سرعت زیاد ساخته شده است.

آیا به خاطر می آورید که گفتیم پروتون ها بار الکتریکی مثبت دارند؟ پرتو آلفا نیز به دلیل داشتن پروتون، دارای بار الکتریکی مثبت است. بنابراین، رادرفورد نتیجه گرفت که هسته ی اتم باید بارالکتریکی مثبت داشته باشد.





دانشمند هسته‌ای باشید

آزمایش رادرفورد را انجام دهید

شما می توانید با چند بطری متوجه شوید که در آزمایش رادرفورد چه رخ داده است.

آن‌چه نیاز دارید

- چند بطری خالی
- چند توپ پینگ پنگ

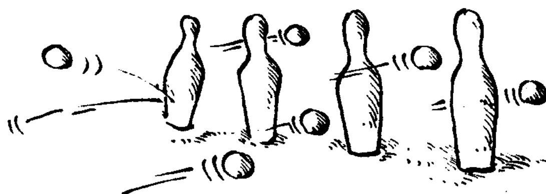
آن‌چه باید انجام دهید

۱ بطری ها را با فاصله از هم بچینید. این ها هسته های فرضی اتم ها هستند.

۲ توپ ها را هم به عنوان پرتوهای فرضی آلفا، به سوی بطری ها پرتاب کنید.

چه رخ می‌دهد؟

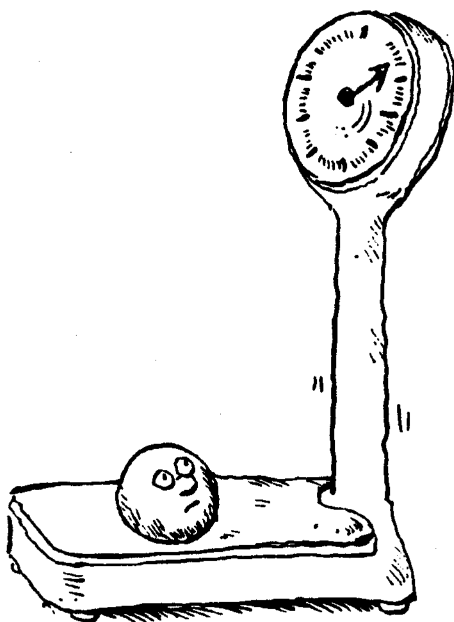
بیش‌تر توپ ها از بین بطری ها می گذرند، ولی برخی از آن ها پس از برخورد به بطری برمی گردند. این همان چیزی است که رادرفورد درباره ی پرتو آلفا و هسته ی اتم کشف کرده است.



اگر اتم ها را به بزرگی یک ورزشگاه بزرگ در نظر بگیرید، اندازه ی هسته ی اتم به بزرگی یک دانه نمک خواهد بود. بنابراین، می توان تصور کرد که چه مقدار از پرتوهای آلفا بدون برخورد به هسته ی اتم می گذرند و چه مقدار از آن ها با هسته ی کوچک اتم برخورد می کنند و برمی گردند.

وزن زیادی اتم‌ها . . . .

بنابراین رادرفورد نشان داد که اتم‌ها دارای هسته‌های بسیار کوچکی هستند که از پروتون‌ها و نوترون‌ها ساخته شده‌اند و الکترون‌ها هم در مداری به دور هسته‌ی اتم می‌چرخند. او هم‌چنین ثابت کرد که اتم‌ها می‌توانند به چیزهای کوچک‌تری بشکنند. در حقیقت، آن‌ها می‌توانند گاهی خود به خود چنین کنند! اما چرا؟ دلیل آن این است که وقتی شمار ذره‌های موجود در هسته‌ی اتم بیش از اندازه باشد، آن اتم پرتو رادیواکتیویته از خود آزاد می‌کند. در واقع وزن اضافی باعث ناپایداری اتم می‌شود و اتم هم که از سنگینی‌اش راضی نیست، خود به خود از هم می‌پاشد!



دانشمند هسته‌ای باشید

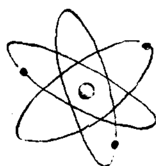
یک هسته‌ی ناپایدار بسازیم

با استفاده از قطعه های بازی دومینو، (آجرهای بازی یا چیزهایی مانند آن) می توانید دریابید که چگونه افزایش وزن باعث ناپایداری هسته ی اتم می شود.

آن‌چه نیاز دارید

 قطعه های بازی دومینو

 یک تیله یا یک توپ کوچک



آن‌چه باید انجام دهید

۱ دومینوها را روی هم بچینید.

۲ تیله را به آرامی به سوی دومینوها قِل بدهید.

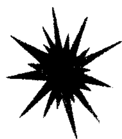
۳ بر دومینوها بیفزایید و دوباره تیله را به سوی آن ها بیندازید.

۴ تا جایی که می‌توانید، دومینوها را افزایش بدهید و باز هم تیله را به سوی آن ها قل بدهید.



چه رخ می‌دهد؟

هنگامی که ستون آجرها کوتاه است، تیله آن را به هم نمی ریزد. همان گونه که ستون آجرها بلندتر و بلندتر می شود، به هم ریختن آن ها آسان تر خواهد شد. اگر آجرهای بیش تری را روی هم بگذارید، می بینید که ستون به خودی خود فرو می ریزد.



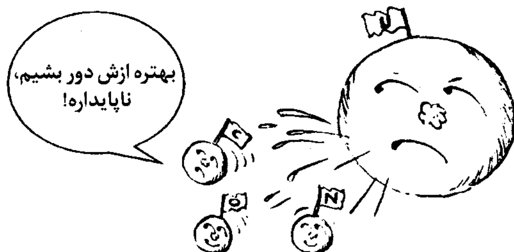
دانستنی های رادیواکتیو . . . .

در هسته ی برخی اتم ها، پروتون ها و نوترون ها درست به یک دیگر نچسبیده اند چنین حالتی باعث ناپایداری هسته ی اتم و رادیواکتیو شدن (پرتوزایی) آن می شود. به این ترتیب، هسته ی اتم به حالت پایداری بیش تری می رسد. هسته این کار را به دو روش انجام می دهد:

- هسته ی اتم دو پروتون و دو نوترون از خود جدا می سازد که به آن پرتوزایی آلفا می گویند.
- هسته ی اتم یک نوترون را به پروتون و یک ذره ی کوچک بتا (چیزی مانند یک الکترون) تبدیل می کند که به آن پرتوزایی بتا می گویند.

دو نوع اتم رادیواکتیو وجود دارد:

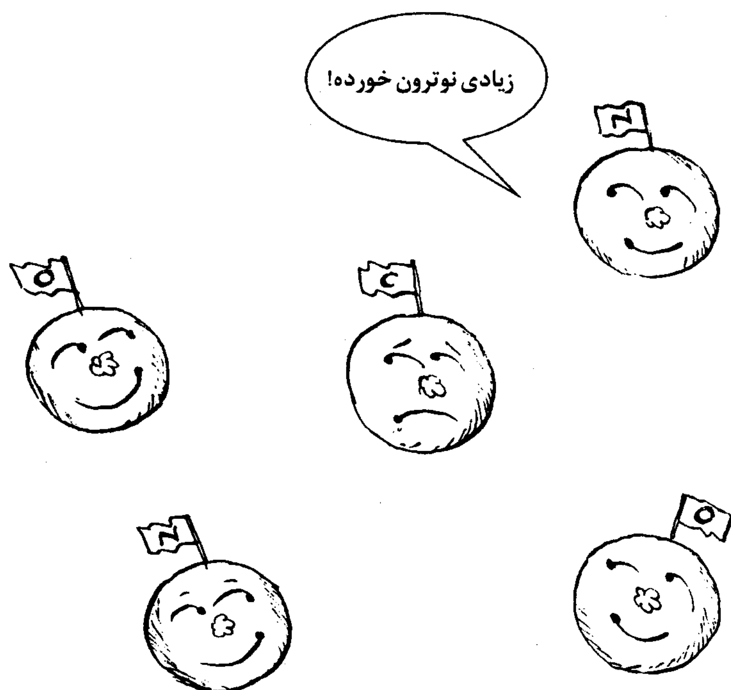
۱ اتم های بسیار بزرگ. چنین اتم هایی همیشه ناپایدار و رادیواکتیوند.



رادیم: نمونه هایی از اتم های بسیار بزرگ نخستین عنصر رادیواکتیو است که کشف شد.

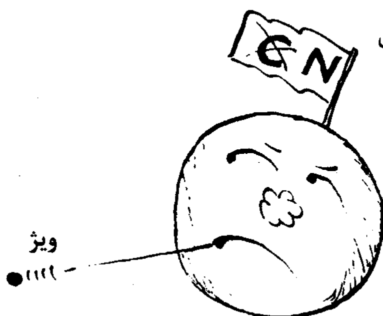
- یک نوع رادیم ۸۸ پروتون و ۱۳۸ نوترون دارد.
- اورانیم: به عنوان سوخت در نیروگاه ها به کار می رود و ۹۲ پروتون و ۱۴۳ نوترون دارد.
- پلوتونیم: مرگبارترین اتم است. یک نوع آن در سلاح های هسته ای به کار می رود. ۹۲ پروتون و ۱۴۵ نوترون دارد!

۲ برخی اتم های کوچک هم می توانند رادیواکتیو باشند. برای نمونه، کربن به طور معمول ۶ پروتون و ۶ نوترون در هسته ی خود دارد. ولی نوع کم یابی از این اتم نیز وجود دارد که دارای ۶ پروتون و ۸ نوترون است. این نوترون اضافی، باعث ناپایداری هسته می شود و اتم را رادیواکتیو می کند.



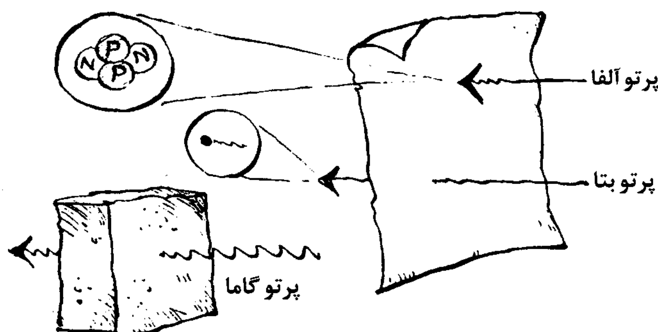
چنین اتم هایی با تبدیل یک نوترون به پروتون و گسیل یک ذره ی بتا، پایدارتر می شوند.

هنگامی که شمار پروتون ها در هسته ی یک اتم تغییر کند، اتم به یک نوع اتم دیگر تبدیل می شود. بنابراین، هنگامی که کربن رادیواکتیو یک پرتو بتا از خود گسیل می کند و یکی از نوترون ها به پروتون تبدیل می شود، اتم جدید، دارای ۷ پروتون و ۷ نوترون خواهد شد. این اتم دیگر کربن نیست، بلکه به نیتروژن تبدیل شده است.



توجه: یک پرتوی بسیار خطرناک! . . . .

پرتوهای آلفا زیاد قوی نیستند. در واقع با یک تکه کاغذ می توان جلوی این پرتوها را گرفت. پرتوهای بتا هم اندکی از آلفا قوی ترند. ولی پرتو دیگری هم وجود دارد که رادرفورد از وجود آن آگاه نبود. این پرتو گاما نام دارد. این پرتو از ذره های هسته ی اتم ساخته نشده است و بیش تر به پرتوهای نور و پرتو ایکس می ماند. پرتوهای گاما به راستی قوی هستند و حتی می توانند از تکه ی ضخیم سرب یا بتون به آسانی بگذرند.



پرتوهای آلفا و بتا فقط هنگامی خطرناک هستند که بتوانند وارد بدن ما شوند. ولی پرتوهای گاما به آسانی می توانند وارد بدن شوند و آسیب زیادی وارد کنند. اگر مقدار این پرتوها زیاد باشد بسیار کشنده است.

تبدیل سرب به طلا

هزاران سال بود که مردم در سراسر دنیا در فکر تبدیل فلزهای ارزان مانند سرب و آهن، به طلا بودند. به این افراد، کیمیاگر می گویند. کیمیاگران ساعت ها کنار اجاق می ایستادند و با پیروی از دستورکارهای جادویی، کوشش می کردند که طلا به دست آورند.



آن ها هرگز نتوانستند چنین کاری بکنند. حتی آیزاک نیوتن، آن دانشمند بزرگ هم به دلیل کار با مواد شیمیایی زهرآگین برای به دست آوردن طلا بیمار شد. سپس، در زمان جنگ جهانی اول، فکر جالبی به ذهن رادرفورد رسید.



رادرفورد نخستین آزمایش را روی نیتروژن انجام داد. او با تاباندن پرتو آلفا به اتم نیتروژن توانست اتم هیدروژن به دست آورد. این نخستین بار بود که شکافت یک اتم با موفقیت انجام می‌شد.

اما برای به دست آوردن طلا چه باید کرد؟ متأسفانه رادرفورد دریافت که به دست آوردن طلا از اتم های دیگر، کار ساده ای نیست. برای این کار به اتمی سنگین تر از اتم طلا نیاز است که باید مقدار مشخصی پروتون و نوترون از هسته ی آن جدا شود. این کار شدنی است، ولی یک مشکل وجود دارد.



اگر بیش‌تر مردم فکر می‌کردند با شکافت اتم نمی‌توان طلا به دست آورد، پس چرا خودشان را برای شکافت اتم به سختی می‌انداختند؟ خوشبختانه «آلبرت اینشتین» از راه رسید.

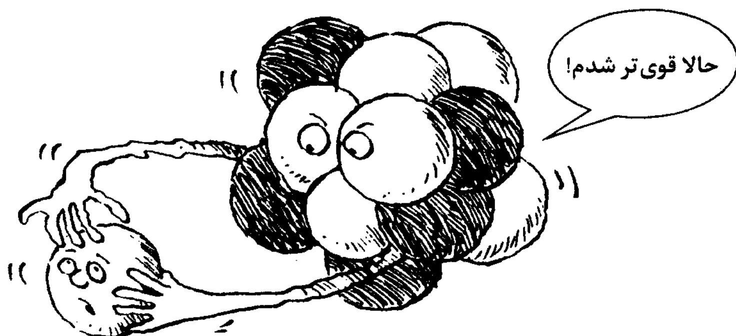


آیا به راستی می توان از شکافتن اتم، انرژی به دست آورد؟

اینشتین درست می گفت. اگر چه این سخن درباره ی همه ی اتم ها درست نیست، اما با شکافتن برخی اتم ها، انرژی زیادی آزاد می شود. با شکافتن چنین اتم هایی، دو اتم به دست می آید که از اتم آغازین اندکی سبک تر هستند. جرم ناپدید شده به انرژی تبدیل می شود.

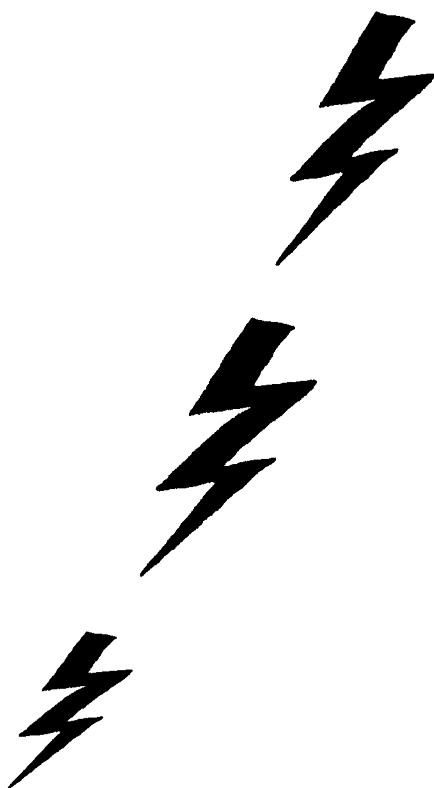
ما برای به حرکت در آوردن ماشین ها، کشتی ها، هواپیماها و همین طور تولید الکتریسیته، به انرژی نیاز داریم. حالا شرایطی به وجود آمده است تا بتوانیم همه ی این انرژی را از شکافتن اتم به دست آوریم. این اصلی ترین هدف دانشمندان از شکافت اتم بود. ولی دو دشواری بزرگ وجود داشت.

۱ گاهی که ذره ها را به اتم شلیک می کنند(مانندکاری که رادرفورد انجام داد.) هسته، آن ذره ها را جذب می کند و بزرگ تر می شود.



۲ فقط از شکافتن برخی اتم های بزرگ رادیواکتیو می توان انرژی به دست آورد. شما می دانید که این اتم ها بسیار خطرناک اند.

اما در سال ۱۹۳۲، دو دانشمند به نام «اتوهان»، و «فریتز استراسمن» توانستند نوع ویژه‌ای از اورانیم را بشکافند و ثابت کنند که با چنین روشی می‌توان انرژی زیادی تولید کرد. آنان، برای انجام چنین کاری جایزه‌ی نوبل گرفتند. از آن پس، دانشمندان برای چگونگی به کار بستن انرژی اتمی برای به دست آوردن انرژی الکتریکی، کوشش‌های زیادی کردند.



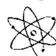
فصل ششم

و سرانجام ...
یک اتم را بشکافید

آیا برای شکافتن اتم آماده هستید؟ تا این جا دانستیم که:

 برای شکافتن اتم و تبدیل آن به دو اتم جدید، باید هسته ی اتم را شکافت.

 با شکافت اتم، انرژی زیادی آزاد می شود.

 هر اتمی را نمی توان شکافت. فقط اتم های رادیو اکتیو را می توان شکافت اتمی که بیش تر به کار می رود، اورانیم مرگبار است.

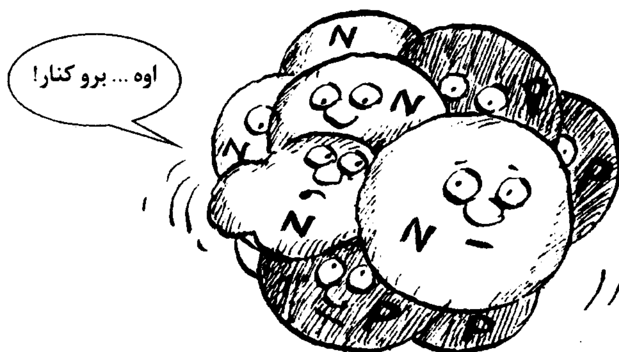
توجه داشته باشید که شکافتن اتم بسیار خطرناک است. ولی اگر می خواهید این کار را انجام دهید، پس آغاز کنید.

گام نخست
چیزی را پیدا کنید که بتوانید با آن اتم ها را بشکافید......



برای این که اتم ها را به درستی بشکافیم، به چیزی نیاز داریم که از هسته ی اتم کوچک تر باشد. اگر با چیز بزرگ تری به آن ها بزنید، فقط فشرده می شوند و شکافته نخواهند شد.

اگر بتوان با چیزی کوچک تر از هسته ی اتم به آن نیرو وارد کرد، به نوترون ها و پروتون ها فشار وارد می کند، و آن ها که از چنین چیزی خوشنود نیستند، از یک دیگر جدا می شوند و هسته ی اتم شکافته می شود.



سه چیز از هسته ی اتم کوچک تر است. فکر می کنید کدام یک از آن ها برای شکافتن اتم بهتر است؟

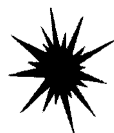
- الف) الکترون
- ب) نوترون
- ج) پروتون

پاسخ درست، نوترون است. برای شکافتن یک اتم باید با یک تفنگ نوترونی به هسته ی اتم شلیک کنیم.



شما نمی توانید با الکترون ها کار کنید، زیرا آن ها برای این کار بسیار کوچک هستند. پروتون ها بزرگ ترند و اگر جاذبه ی الکترومغناطیسی نبود، می توانستند این کار را بکنند.





دانشمند هسته‌ای باشید

ببینیم که چرا نمی‌توان پروتون‌ها را برای شکافتن هسته به کار برد.

پروتون ها بار الکتریکی مثبت دارند و نوترون ها خنثی هستند، یعنی هیچ بار الکتریکی ندارند. آزمایش زیر نشان می دهد که با پرتاب الکترون ها به هسته ی اتم، که پُر از بار الکتریکی مثبت است، چه رخ می دهد.

آن چه نیاز دارید

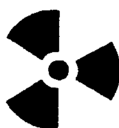
- سه آهن ربا
- دو کاغذ لوله شده به اندازه ی آهن ربا
- یک نوارکشی کوچک

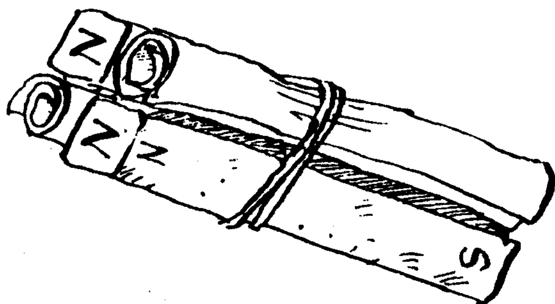


آن چه باید انجام دهید

۱ قطب های هم نام آهن رباها را نشان گذاری کنید. برای پیدا کردن قطب های هم نام، نگاه می کنیم که آیا هم دیگر را جذب یا دفع می کنند. اگر دو قطب همدیگر را دفع کردند، می فهمیم که این قطب ها هم نام هستند.

۲ مانند شکل، آهن رباها و کاغذ لوله شده را با کش به هم دیگر وصل کنید. توجه داشته باشید که قطب های هم نام در یک سو باشند. اکنون شما طرحی از هسته ی اتم ساخته اید.

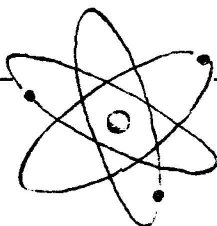




۳ هسته را در یک دست بگیرید، به گونه ای که قطب های نشانه گذاری شده به سوی شما باشند. سپس کوشش کنید قطب نشان گذاری شده ی آهن ربای دیگری را به درون هسته برانید.

چه رخ می‌دهد؟

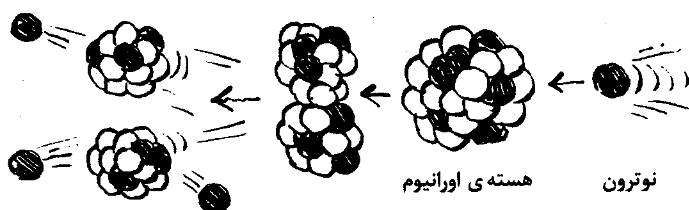
آهن ربا را نمی توانید درون هسته ی اتم جای دهید، چون هر دو دارای بار الکتریکی یکسان هستند و هم دیگر را دفع می کنند.



بدون بار

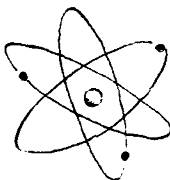
پروتون برای شکافتن اتم خوب نیست، زیرا بار الکتریکی آن با هسته ی اتم یکسان است و دفع می شود. ولی این مشکل در نوترون ها وجود ندارد، چون آن ها خنثی هستند، یعنی نه بار الکتریکی مثبت دارند و نه بار الکتریکی منفی.

وقتی نوترون را از یک منبع نوترونی به سوی هسته ی اتم اورانیم شلیک می کنیم، هسته ی اتم اورانیم نوترون را جذب می کند. این کار باعث فشرده شدن هسته می شود تا جایی برای نوترون های جدید باز شود. ولی هسته نمی تواند الکترون اضافی را تحمل کند و به همین دلیل هم شکافته می شود. پس، اتم به دو ذره می شکافد و هر ذره با سرعت زیادی پرتاب می شود.





با چنین روشی، شکافت شمار زیادی از اتم ها کار بسیار دشواری خواهد بود. ولی خوشبختانه پدیده‌ای به نام واکنش زنجیره‌ای کمک زیادی به ما می کند. با واکنش زنجیره ای، می توان یک نوترون را برای شکافت میلیون ها اتم به کار گرفت.



سرآغاز یک زنجیره

امریکا، ۱۹٤۲

اکنون جنگ جهانی دوم است و دانشمندان امریکایی به انرژی حاصل از شکافت هسته ی اتم، خیلی علاقه مند هستند.

در این جا با یک دانشمند ایتالیایی به نام «اِنریکو فِرمی» آشنا می شوید.

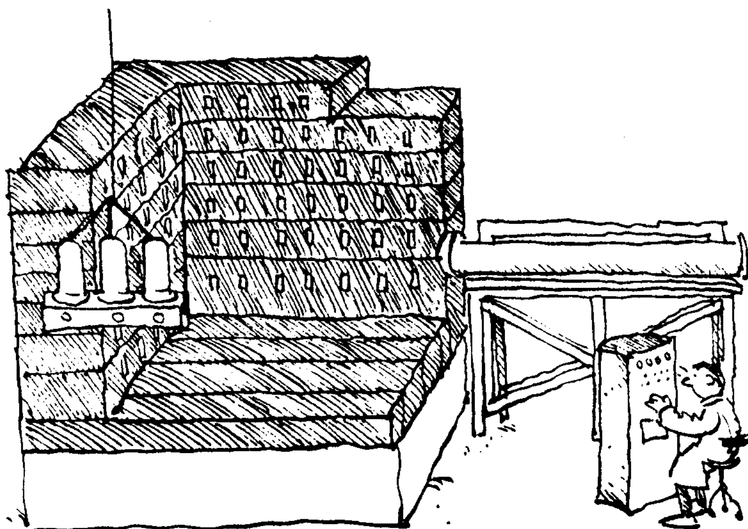


فرمی، به تازگی نخستین اتم اورانیم را شکافته و دو اتم تقریباً هم اندازه به نام سزیم و روبیدیم به دست آورده است. انرژی به دست آمده از این شکافت، چیزی نزدیک به ۲۰۰,۰۰۰ ولت انرژی الکتریکی است. اما نکته ی قابل توجه این است که با شکافت هسته ی اتم اورانیم، چند نوترون هم آزاد شده اند که با سرعت زیادی در حال چرخیدن هستند.

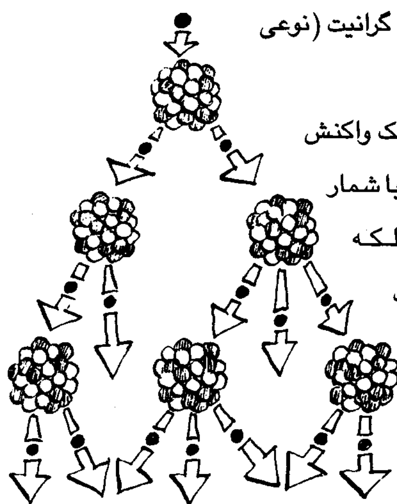


«فرمی» تصمیم گرفت که اتم های دیگری در مسیر نوترون های آزاد شده بگذارد؛ اتم هایی که نوترون ها آن ها را نمی شکافند اما آن ها سرعت نوترون ها را کاهش می دهند.

فرمی یک زمین متروکه ی اسکواش را در دانشگاه شیکاگو انتخاب کرد و با قرار



دادن تکه های اورانیم درون توده ای از گرانیت (نوعی کربن) نخستین رآکتور را ساخت.



فرمی دریافت که برای به وجود آمدن یک واکنش زنجیره ای، نیاز نیست توده ی اتم ها را با شمار زیادی نوترون بمباران کنیم، بلکه نوترون های آزاد شده از شکافت نخستین اتم، برای ایجاد چنین واکنشی کافی هستند. در این روش، یک نوترون باعث شکافت هسته می شود و دو نوترون دیگر آزاد می شود، سپس اتم های کربن در مسیر نوترون های آزاد شده قرار می گیرند و از سرعت آن ها می کاهند. اکنون این دو نوترون که سرعتشان کم شده است، دواتم دیگر را می شکافند و این واکنش زنجیروار ادامه پیدا می کند و شمار زیادی اتم شکافته می شود.

نخستین واکنش زنجیره ای به این ترتیب انجام و عصرانرژی هسته ای آغاز شد!

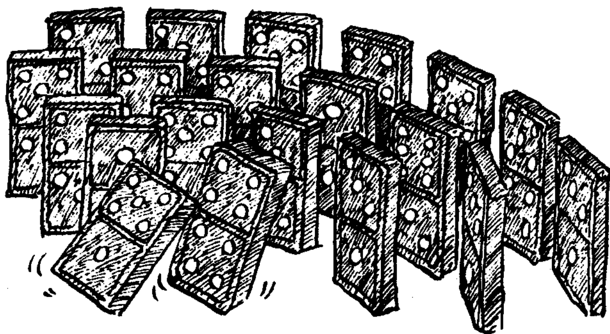
دانشمند هسته‌ای باشید

یک واکنش زنجیره‌ای بسازیم

خودتان هم می توانید یک واکنش زنجیره ای تولید کنید. روش کار چنین است:

آن چه نیاز دارید

 شمار زیادی مهره ی دومینو



آن چه باید انجام دهید

۱ دو مینوها را مانند شکل بچینید. به این صورت که در جلوی هر مهره‌ی دومینو، دو مهره‌ی دو مینو باشد.

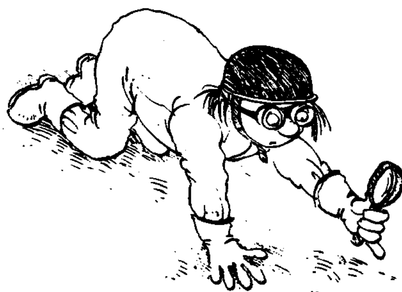
۲ نخستین مهره‌ی دو مینو را بیندازید.

چه رخ می‌دهد؟

با افتادن نخستین دو مینو، هر دومینویی که می‌افتد، دو مهره‌ی دیگر را هم می‌اندازد. این مانند چیزی است که در یک واکنش زنجیره‌ای رخ می‌دهد. البته توجه داشته باشید که چنین واکنشی برای هر اتمی رخ نمی‌دهد، بلکه باید اتم مناسبی را برای این کار برگزینید.



گام دوم
اتم‌های مناسب را پیدا کنید . . . .



اتم هایی که در نیروگاه های اتمی برای شکافت به کار می روند، نوع ویژه ای از اتم اورانیم هستند. به یاد دارید که گفتیم برخی اتم ها ایزوتوپ های مختلفی دارند که شمار نوترون های هسته های آن ها با یک دیگر تفاوت دارد. خوب، بیش تر اتم های اورانیم، اورانیم ۲۳۸ هستند. این عدد نشان دهنده ی شمار نوترون ها و پروتون های موجود در هسته ی این اتم است.

اورانیم ۲۳۸ دارای ۹۲ پروتون و ۱۴۶ نوترون است.

۱۴۶ + ۹۲ = ۲۳۸

با وجودی که این نوع اورانیم رادیواکتیو است، نمی توان آن را در شکافت هسته ای به کار برد، چون با شلیک نوترون به هسته ی آن، هسته، نوترون را جذب می کند.

اورانیمی که می توان آن را در شکافت هسته ای به کار برد، اورانیم ۲۳۵ نام دارد. این نوع اورانیم، دارای ۹۲ پروتون و ۱۴۳ نوترون است. متأسفانه اورانیم ۲۳۵ بسیار کمیاب است و به دلیل خطرناک بودن آن، در فروشگاه های مواد شیمیایی فروخته نمی شود.



فرمی مجبور بود برای تولید یک واکنش زنجیره ای سرعت نوترون ها را کم کند، زیرا نوترون های سریع به آسانی جذب اورانیم ۲۳۸ می شوند، اما نوترون های آهسته جذب اورانیم ۲۳۵ می شوند و آن را می شکافند.

انتظار نداشته باشید هنگامی که برای پیاده روی به کوه رفته اید، ناگهان یک تکه اورانیم پیدا کنید. اورانیم هیچ گاه به صورت خالص در زمین وجود ندارد. این عنصر، همیشه به صورت ترکیب با دیگر اتم ها در سنگ ها یافت می شود. یک نوع سنگ که در آن اورانیم وجود دارد، «پیچبلند» است و در جاهایی مانند کانادا، زئیر و ایالات متحده امریکا یافت می شود. نوعی سنگ دیگر هم که اورانیم دارد، «کارنوتیت» است که در امریکا در ایالت های کُلرادو، یوتا، نیومکزیکو،آریزونا و وایومینگ یافت می شود.

البته از این معدن ها به دقت محافظت می شود و مقدار سنگی هم که از آن ها برداشت می شود، به دقت اندازه گیری و ثبت می شود تا کسی نتواند از آن ها بدزدد. بنابراین، می بینید که به دست آوردن اورانیم لازم برای شکافت هسته کاری بسیار دشوار است و فقط یک دانشمند یا مسئول یک نیروگاه هسته ای می تواند این مواد را به دست آورد.



حالا تصور کنیم که سرانجام موفق شده ایم تا مقداری سنگ پیچبلند به دست آوریم. اکنون پیش از این که شکافت هسته ای را آغاز کنیم، باید اورانیم خالص را از این سنگ استخراج کنیم. برای این کار، اول باید سنگ پیچبلند را به قطعه های کوچک تری تقسیم کنیم و بعد به آن اسیدنیتریک و اسید سولفوریک بیفزاییم تا اورانیم در اسید حل شود.



اسیدها در صورتی که رقیق نشده باشند، مواد شیمیایی بسیار خطرناکی هستند. برخی از اسیدها به اندازه‌ای قوی هستند که می‌توانند بدن انسان را در خود حل کنند!

برای جدا کردن اورانیم از اسید، باید ماده‌ی شیمیایی دیگری به نام هیدروکسیدسدیم را به کار ببریم که یک ماده‌ی قلیایی بسیار قوی و خطرناک است.

هنگامی که هیدروکسید سدیم به اسید حاوی اورانیم افزوده می شود، چیز جالبی رخ می دهد. اسید و ماده‌ی قلیایی با یک دیگر واکنش نشان می دهند و اورانیم به صورت بلورهای زرد رنگی بر جای می ماند.

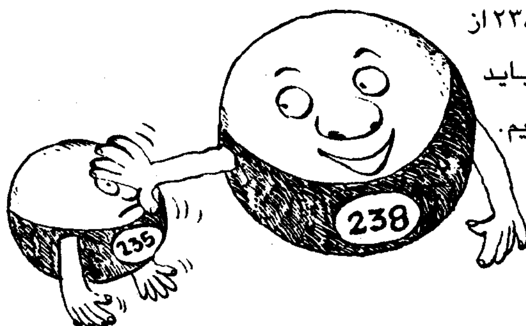


اکنون فقط یک کار دیگر مانده است که باید انجام بدهید. اورانیم به دست آمده، بسیار رادیواکتیو است، اما نمی‌توانیم از همه‌ی آن در شکافت هسته‌ای بهره بگیریم، چون بیش‌تر آن، اورانیم ۲۳۸ است، در حالی که ما فقط به اورانیم ۲۳۵ نیاز داریم.

گام سوم
جداسازی اورانیم ۲۳۵ از اورانیم ۲۳۸

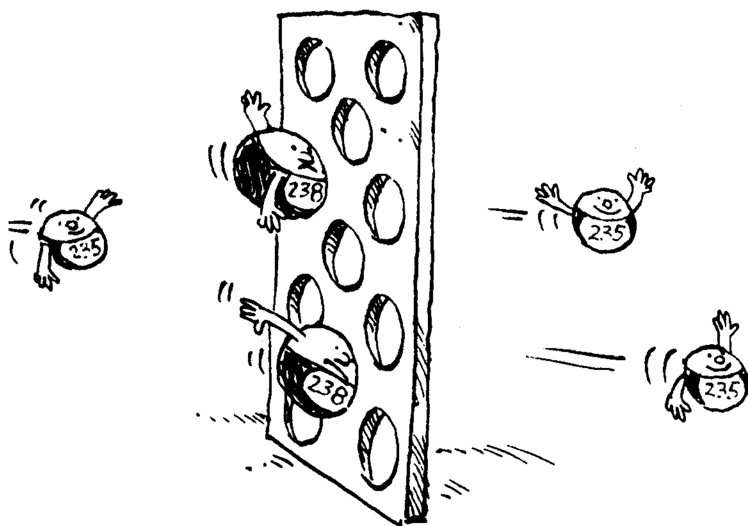
تفاوت این دو نوع اورانیم در تعداد نوترون‌های آن‌هاست. سه الکترون اضافی باعث می‌شود که اورانیم ۲۳۸ اندکی از اورانیم ۲۳۵ سنگین‌تر شود. این ویژگی به ما کمک می‌کند که بتوانیم این دو نوع اورانیم را از یک دیگر جدا کنیم.

برای جداسازی اورانیم ۲۳۸ از اورانیم ۲۳۵، نخست باید اورانیم را به گاز تبدیل کنیم.



هنگامی که اورانیم با فلوئور ترکیب می شود، گاز فلوئورید اورانیم به وجود می آید. شاید با اسم فلوئور آشنا باشید. فلوئور همان ماده ای است که به خمیردندان و آب آشامیدنی افزوده می شود تا باعث استحکام و سلامت دندان ها گردد.

گاز فلوئورید اورانیم را از صافی هایی که دارای میلیون ها سوراخ ریزند، می گذرانند. اتم های اورانیم ۲۳۵ که اندکی از اورانیم ۲۳۸ سبک تر هستند، با سرعت بیش تری به صافی ها برخورد می کنند.



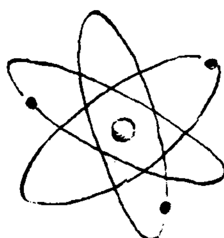
سرانجام پس از گذشتن از هزاران صافی، بیش ترِ اورانیم به دست آمده، اورانیم ۲۳۵ است.

دانشمند هسته‌ای باشید

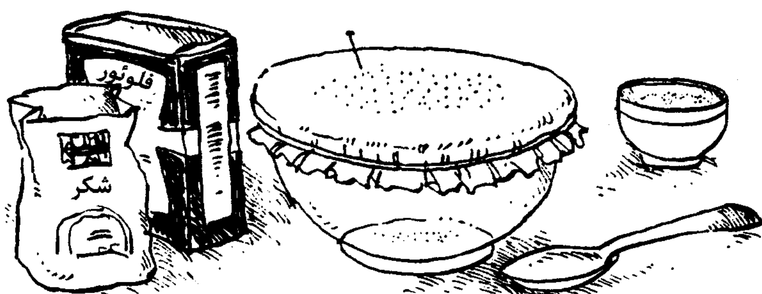
جدا کردن مواد سبک و سنگین از یک دیگر با استفاده از صافی

در این آزمایش یاد می‌گیرید که چگونه اتم های مختلف اورانیم را از یک دیگر جدا می‌کنند.

آن‌چه نیاز دارید



- یک کاسه ی بزرگ
- مقداری آرد
- مقداری شکر
- ترازو
- یک سوزن ته گرد
- قیچی
- یک ورقه کاغذ روغنی شیرینی پزی
- یک عدد کش



آن چه باید انجام دهید

۱ مانند شکل، سر ظرف را با کاغذ بپوشانید و آن را با کش محکم کنید.

۲ با سوزن ته گرد، تعداد زیادی سوراخ کوچک روی کاغذ درست کنید.



۳ یک قاشق غذاخوری شکر را وزن کنید.

۴ یک قاشق غذاخوری آرد را وزن کنید.

۵ اکنون شکر و آرد را به خوبی مخلوط کنید.

۶ یک قاشق از مخلوط آرد وشکر را روی کاغذ بریزید و به آرامی آن را با انگشت پخش کنید.

۷ اکنون کاغذ را آهسته از روی ظرف بردارید و محتویات درون ظرف را مشاهد کنید.



بله، اکنون که توانستید اورانیم کافی به دست آورید، می‌توانید در یک نیروگاه هسته‌ای و با یک «رآکتور»، اتم را بشکافید.

گام چهارم

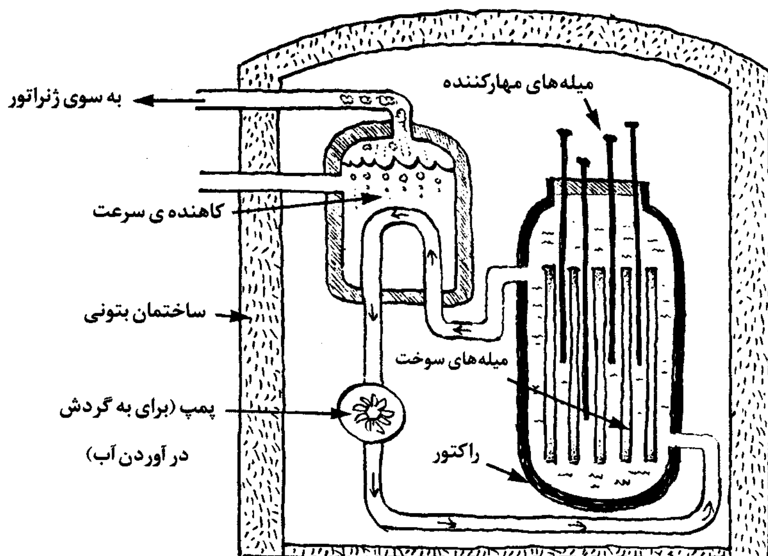
اتم را بشکافید!

در این جا فهرستی از مواد و ابزارهایی که برای ساختن یک راکتور نیاز دارید، آمده است.

فهرست ابزارها و مواد

- سوخت هسته‌ای، اورانیمی که دارای مقدار زیادی اورانیم ۲۳۵ است.
- یک تفنگ نوترونی، برای شلیک نوترون به سوی اورانیم
- میله‌ی جذب نوترون، برای مهار کردن واکنش زنجیره‌ای چنان‌چه واکنش‌ها به خوبی پیش نروند.
- آب فراوان، برای خنک نگه داشتن راکتور
- یک ساختمان بسیار بزرگ، برای گذاشتن همه‌ی این چیزها

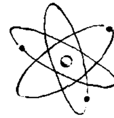
در این جا چگونگی کنار هم گذاشتن این چیزها برای ساختن راکتور توضیح داده می‌شود.



(این نمودار یک راکتور است.)



از آن جا که نمی توانید به هیچ یک از قطعه های راکتور از نزدیک دست بزنید یا از نزدیک شکافت هسته ی اتم را ببینید، آزمایش زیر را انجام دهید تا ببینید که هنگام شکافت هسته ی اتم چه رخ می دهد.



دانشمند هسته‌ای باشید

یک اتم را بشکافیم

آن‌چه نیاز دارید



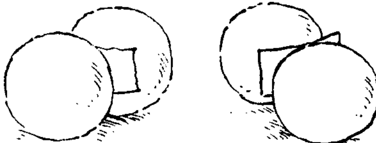
- پنج توپ پینگ پنگ
- مقداری کش
- مقداری چسب نواری دورو
- عینک محافظ
- چکش
- یک نفر که در چسباندن توپ ها به هم به شما کمک کند.

آن چه باید انجام دهید

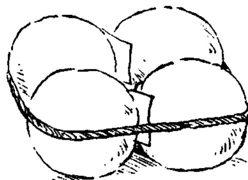
۱ دو توپ را با چسب دورو به یک دیگر بچسبانید. دو توپ دیگر را هم با همین روش بچسبانید.

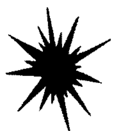
۲ حالا توپ ها را همان‌گونه که در شکل می بینید، کنار هم بگذارید و با کش آن‌ها را محکم در کنار هم نگه دارید. اکنون یک مدل فرضی از اتم ساخته اید.

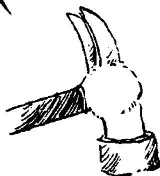






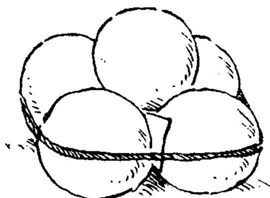






۳ عینک محافظ را به چشمتان بزنید و اتم فرضی را به بیرون از خانه ببرید.

۴ اکنون توپ باقی مانده را مانند شکل، روی اتم فرضی بگذارید. این توپ را به عنوان یک نوترون در نظر بگیرید.



۵ اکنون با چکش، الکترون فرضی را وارد اتم کنید.



چه روی می دهد؟

کشی که نوترون ها و پروتون ها را کنار هم نگه داشته است، پاره و اتم شکافته می شود.

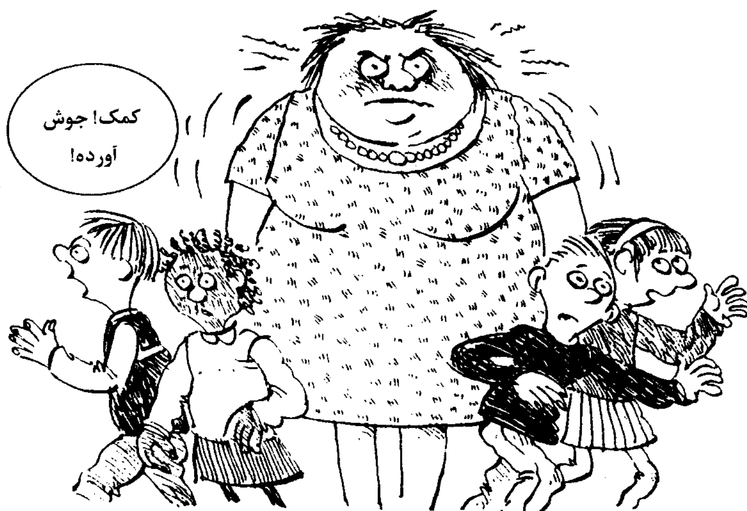
تبریک می‌گوییم!

حالا شما می دانید که چگونه یک اتم را بشکافید.



انرژی هسته‌ای: سود و زیان

از آن جا که شکافت هسته ی اتم یک واکنش تند و بسیار انرژی زاست، گاهی ممکن است کارها به خوبی پیش نرود و رویدادهای ناگواری رخ دهد. حتی اگر بهترین نیروگاه اتمی را هم داشته باشید، باز هم امکان چنین خطرهایی وجود دارد. اگر کارکنان نیروگاه ها بر اثر بی احتیاطی یا خستگی همه چیز را با دقت بررسی نکنند، رویدادهای بسیار ناگوار و جبران ناپذیری به وجود خواهد آمد. اگر در کلاسی به سخنان آموزگار خوب گوش نکنید، فقط به خودتان آسیب می زنید ولی یک بی احتیاطی کوچک در نیروگاه هسته ای ممکن است راکتور را ذوب کند.





جزیره‌ی تری مایل - پنسیلوانیا

۲۸ مارس ۱۹۷۹

نیروگاه هسته ای

در جزیره ی تری مایل، همه چیز آرام به نظر می رسد، اما دور از چشم کارگرانی که راکتور هسته ای را کنترل می کنند، یکی از چراغ ها درست کار نمی کند. یکی از دریچه های لوله ای که آب سرد را به درون هسته ی راکتور می رساند، بسته شده، ولی چراغ نشان می دهد که این دریچه باز است.

هر چه زمان بیش تری می گذرد راکتور داغ تر می شود تا این که حرارت بیش از اندازه باعث می شود راکتور ذوب شود.

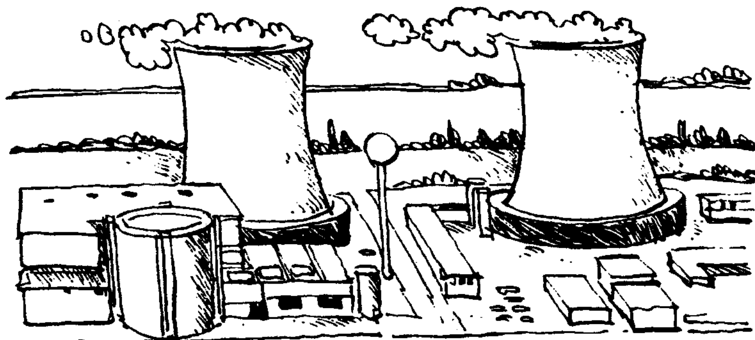
خوشبختانه ساختمانی که راکتور در آن جاست، توانست همه ی پرتوهای رادیواکتیویته را در خود نگه دارد و بنابراین آسیب چندانی به وجود نیامد. ولی خود راکتور به طورکامل از بین رفت.

چرنوبیل - اوکراین

۲۵ آوریل ۱۹۸۶

مدیران نیروگاه اتمی چرنوبیل در اوکراین به هشدارهایی که پس از رویداد نیروگاه پنسیلوانیا داده شد، توجه چندانی نداشتند. این نیروگاه طراحی خوبی نداشت و ایمنی آن به اندازه ی نیروگاه های دیگر کشورهای پیشرفته نبود.

اکنون صبح زود است و باز هم در دستگاه خنک کننده ی راکتور مشکلی پیش آمده است. کارگران کوشش بسیار می کنند تا با آب و میله های مهار نوترون، واکنش زنجیره ای را کندتر و راکتور را خنک کنند. ولی در چند دقیقه همه چیز از دست می رود. حتی برای خاموشی اضطراری هم خیلی دیر شده است و انفجار بسیار بزرگی رخ می دهد و راکتور از هم می پاشد. حتی سقف ساختمان هم از بین می رود.



هزاران نفر کشته شدند و حتی هنوز هم پس از گذشت سال ها مردم زیادی بر اثر پرتوهای رادیواکتیو، جان خود را از دست می دهند.

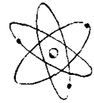
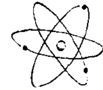


دشواری های دیگر

دشواری دیگری که در این کار وجود دارد این است که با پس مانده های اورانیم به کار رفته در شکافت هسته ای چه باید کرد. آن ها را نمی توان به سادگی در سطل زباله ریخت، چون پرتوهای رادیواکتیو بسیار کشنده است.

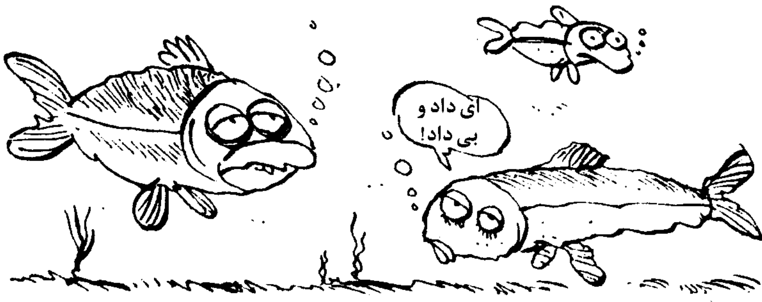


سه نوع پس مانده وجود دارد:

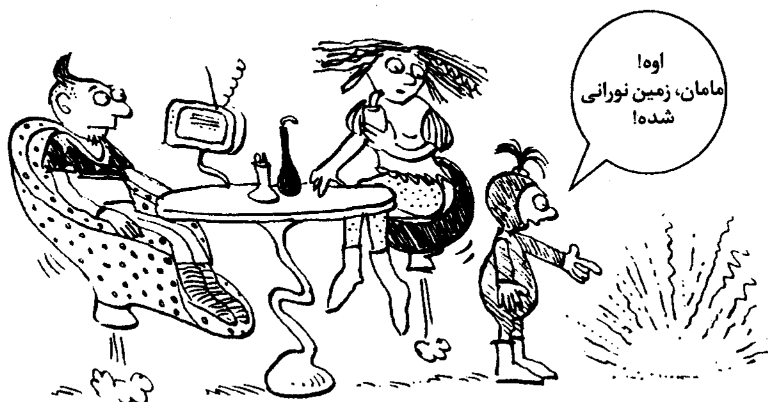
- پس مانده های سطح پایین (ضعیف) ـ حوله های کاغذی، مقوا و لباس هایی که کارکنان نیروگاه ها می پوشند.
- پس مانده های سطح میانه (متوسط) ـ قطعه های به کار رفته در راکتور.
- پس مانده های سطح بالا (قوی) ـ اورانیم مصرف شده در پس شکافت هسته ای

پس مانده های ضعیف جامد را می توان در گودال های بتونی دفن کرد و پس مانده های ضعیف مایع را هم به سادگی می توان به دریا ریخت. شایدماهی ها از این کار خیلی خوشحال شوند!

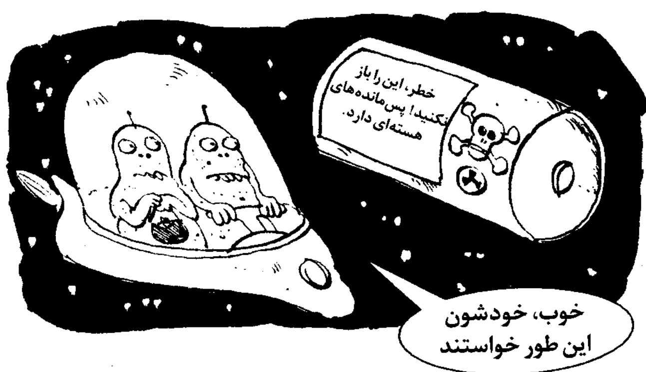


پس مانده های متوسط را می توان در شبکه های فلزی ویژه ای که باز یا شکسته نمی شوند، گذاشت و در سیمان دفن کرد.

خطرناک ترین پس مانده، پس مانده ی قوی مایع است. در انگلیس این مواد را به صورت بلوک های بزرگ شیشه ای درمی آورند و نگه داری می کنند. با گذشت زمان، خاصیت رادیواکتیویته ی این مواد هم کم تر می شود، ولی برخی از آن ها حتی با گذشت میلیون ها سال هنوز هم مرگبارند. تنها کاری که می توانیم با آن ها بکنیم این است که آن ها را در عمق زیاد زمین دفن کنیم و امیدوار باشیم که نسل های آینده با آن ها روبه رو نشوند!



البته یک راه دیگر هم وجود دارد و آن، رها کردن این پس مانده های خطرناک در فضاست. اگر هیچ جانداری بیرون از کره ی زمین وجود نداشته باشد، این بهترین راه است!



تنها نکته ی امیدوارکننده درباره ی زباله های اتمی این است که مقدار این زباله ها زیاد نیست، زیرا پس از مصرف اورانیم ۲۳۵ در شکافت هسته ای، اورانیم سنگین تر ۲۳۸ برجای می ماند که حتی از آن در کارهای دیگر بهره می گیرند...

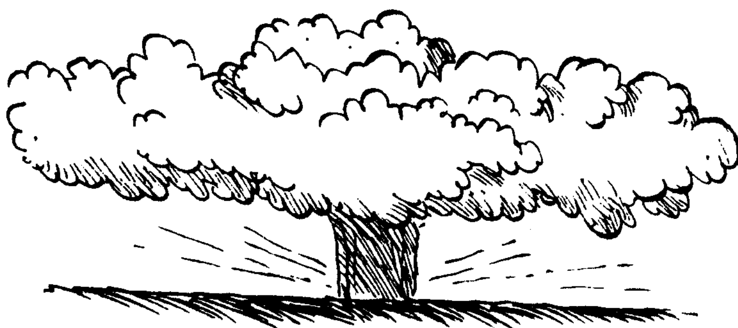
ساختن پلوتونیم . . . .

هنگامی که نوترون به هسته ی اورانیم ۲۳۸ (که قابل شکافت هسته ای نیست) شلیک می شود، خیلی زود وارد هسته می شود و اورانیم ۲۳۸ را بیش از پیش ناپایدار و رادیواکتیو می کند. پس از زمان کوتاهی، اورانیم ۲۳۸ به نپتونیم، که آن هم یک عنصر بسیار ناپایدار است، تبدیل می شود. طولی نمی کشد که نپتونیم هم تقسیم می شود و ماده ی جدیدی به نام پلوتونیم را به وجود می آورد. پلوتونیم یک فلز بسیار خطرناک و رادیواکتیو است که در ساخت سلاح های اتمی به کار می رود.

بمب های اتمی . . . .

هنگامی که دانشمندان متوجه نیروی زیاد واکنش های زنجیره ای شدند، آن را برای ساخت سلاح بسیار خطرناکی به کار بردند، که بمب اتم نام دارد.

واکنشی که در بمب اتم رخ می دهد، همانند واکنشی است که در شکافت هسته ای رخ می دهد، با این تفاوت که در شکافت هسته ای، واکنش زنجیره ای را یک کاهنده ی سرعت نوترون مهار می کند، ولی در بمب اتم هیچ مهاری وجود ندارد.



البته در بمب اتم، واکنش زنجیره ای فقط برای زمان کوتاهی ادامه دارد. دمایی که از انفجار یک بمب اتم فراهم می شود، بیش تر از ده ها میلیون درجه ی سلسیوس است. به خاطر داشته باشید که آب در دمای $100°C$ به جوش می‌آید. از انفجار چنین بمبی، توده ی ابرمانندی به بلندی چند کیلومتر به بالا پرتاب می شود، ساختمان های بسیار بزرگ به سادگی فرو می ریزند و نوری که از این انفجار آزاد می شود به اندازه‌ای شدید است که اگر به آن نگاه کنید، بینایی خود را از دست می دهید.

سه سال پس از نخستین واکنش زنجیره ای در ۱۶ جولای ۱۹۴۵، نخستین بمب اتم را در نیومکزیکو آزمایش کردند. در این بمب، واکنش زنجیره ای فقط یک میلیونیوم ثانیه طول کشید. با وجود این مقدار زیادی انرژی گرمایی آزاد شد.

حتی اگر بتوان از یک انفجار اتمی جان سالم به در برد، آسیبی که بر اثر پرتوزایی پلوتونیم به وجود می‌آید، بسیار شدیدتر از پرتوهای آزاد شده از اورانیم است.



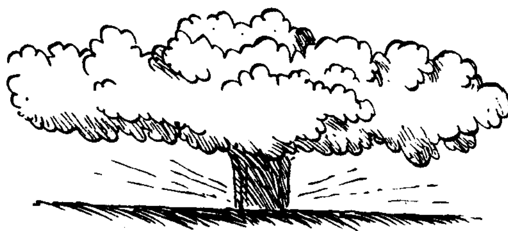
جنگ هسته‌ای

بمب های اتمی، فقط دو بار در یک جنگ به کار رفتند. در پایان جنگ جهانی دوم، امریکایی ها تصمیم گرفتند که دو نوع بمب اتمی را با انداختن در دو شهر از شهرهای ژاپن آزمایش کنند. آن ها این کار را به بهانه ی پایان دادن به جنگ و نجات دادن جان هزاران سرباز انجام دادند.



هیروشیما ـ ۱۶ آگوست ۱۹۴۵

نخستین بمب اتمی که به کار رفت، از اورانیم ساخته شده بود. از انفجار این بمب، بیش از ۱۴ هزار نفر کشته و زخمی بر جای ماند. این بمب اتم که «پسر کوچولو» نام داشت، برابر ۱۲۵۰۰ تن تی . ان . تی قدرت داشت.



ناکازاکی ـ ۱۹ آگوست ۱۹۴۵

تنها سه روز پس از انفجار نخستین بمب اتم در هیروشیما، بمب اتم دیگری که از پلوتونیم ساخته شده بود، در ناکازاکی انداخته شد. قدرت این بمب برابر ۲۰ هزار تن تی . ان . تی بود و نسبت به هیروشیما، مردم کم‌تری در انفجار آن کشته شدند.





هم‌جوشی هسته‌ای

بمب های اتمی، بسیار قوی و خطرناک هستند، ولی امروزه سلاح هایی کشنده‌تر از بمب های اتمی وجود دارند. در این روش، اتم های سبکی مثل هیدروژن با یک دیگر پیوند می‌خورند و اتم بزرگ‌تری را به وجود می‌آورند. به پیوند اتم های سبک با یک دیگر، هم‌جوشی هسته‌ای می‌گویند. خورشید و ستارگان دیگر، انرژی خود را از این راه به دست می‌آورند. بنابراین می‌توان تصور کرد بمب هایی که با این روش ساخته می‌شوند، نیرویی برابر میلیون ها تن تی . ان . تی داشته باشند.

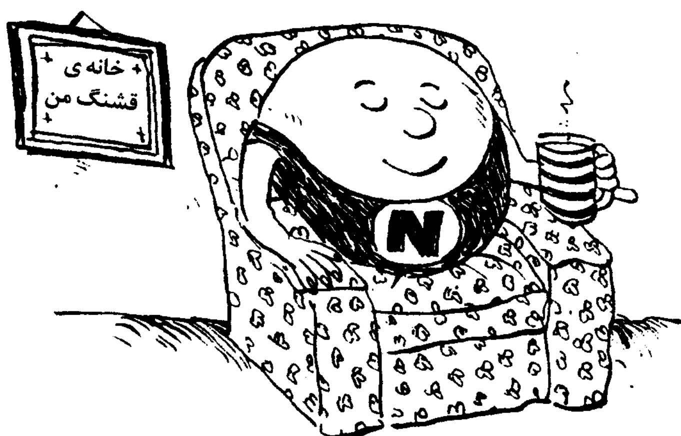


البته! شکافت اتم به ما کمک کرد:

- بفهمیم که جهان از چه چیزی ساخته شده و چیزها چگونه کار می‌کنند.
- نیروگاه های هسته ای برای تولید برق بسازیم، زیرا با پایان یافتن نفت، گاز و زغال سنگ، به سرچشمه ی تازه‌ای از انرژی نیاز خواهیم داشت.
- یاد بگیریم که چگونه اتم های کوچک را به هم پیوند بزنیم و از هم جوشی هسته ای، انرژی به دست آوریم.

امروزه، هم جوشی هسته ای فقط برای ساخت سلاح های مرگبار به کار می رود. ولی دانشمندان می کوشند نیروگاه هایی درست کنند که در آن ها هم جوشی هسته ای برای تولید برق به کار رود. این انرژی، پس از به پایان رسیدن سوخت های فسیلی، باعث نجات جهان خواهد شد و پاسخ گوی همه ی نیازهای انسان به انرژی خواهد بود.

از خوبی های این روش آن است که پس مانده های خطرناکی از آن بر جای نمی ماند.


خانه ی
قشنگ من
N